•生物编目•

中国近海多毛纲底栖类群目与科水平的分类

葛美玲¹ 徐勤增^{1,2} 范士亮¹ 王宗兴¹ 张学雷^{1,2*}

1 (国家海洋局海洋生态环境科学与工程重点实验室, 山东青岛 266061)

2 (青岛海洋科学与技术国家实验室海洋生态与环境科学功能实验室, 山东青岛 266071)

摘要: 多毛纲为环节动物重要类群, 具有重要的生态与经济意义。多毛纲的分类体系一直处于变化中。本文根据前人支序分类等研究成果, 综合《中国动物志》等资料, 整理了我国近海多毛纲底栖类群目与科的分类检索。根据Rouse和Fauchald (1997)的分类系统, 中国近海多毛纲的底栖类群可分为头节虫目(Scolecida)、海稚虫目(Spionida)、蛰龙介目(Terebellida)、缨鳃虫目(Sabellida)、叶须虫目(Phyllodocida)和矾沙蚕目(Eunicida)。基于头部、躯干部等附属物形态特征, 整理建立了中国近海多毛纲底栖类群上述六目至科分类检索表, 考证了该分类方法, 总结了近年来我国近海多毛纲的研究和分子生物学对多毛纲系统演化的贡献。

关键词: 多毛纲; 底栖生物; 分类检索; 系统演化

Taxonomy at order and family levels of the benthic groups of Polychaeta in the coastal waters of China

Meiling Ge¹, Qinzeng Xu^{1,2}, Shiliang Fan¹, Zongxing Wang¹, Xuelei Zhang^{1,2*}

1 Key Laboratory of Science and Engineering for Marine Ecology and Environment, State Oceanic Administration, Qingdao, Shandong 266061

2 Qingdao National Laboratory for Marine Science and Technology, Marine Ecology and Environmental Science Laboratory, Qingdao, Shandong 266071

Abstract: Polychaeta is an important class of annelids and has important economic and ecological significance. The classification system of Polychaeta is being restructured and has undergone many changes. Based on previous results of cladistics analysis and volumes of *Fauna Sinica*, we collated keys to the orders and families of benthic groups of Polychaeta from the coastal waters of China. Referring to Rouse & Fauchald (1997) system, we sorted these benthic groups of Polychaeta into six orders, Scolecida, Spionida, Terebellida, Sabellida, Phyllodocida and Eunicida. We used existing work to compile the keys for the six orders and their constituent families. Finally, we reviewed domestic studies of coastal polychaetes and discussed the contribution of molecular studies to the development of Polychaeta phylogeny.

Key words: Polychaeta; benthos; identification key; phylogeny

多毛纲是海洋大型底栖动物重要类群之一, 占大型底栖动物总种数的50–70% (类彦立和孙瑞平, 2008)。其食性广泛, 同时是众多更高营养级生物的饵料, 在生态系统能量流动和物质循环中具有重要作用, 有些种类还直接被人类开发利用。

多毛纲种类繁多, 包括底上、底埋和浮游类群, 其分类体系一直处于变化中。Dales (1962)将多毛纲51个科归为14个目, Fauchald (1977)则将81科多毛

类归为17个目。Rouse和Fauchald (1997)根据形态学性状将多毛纲分为头节动物(Scolecida)和触角动物(Palpata)两大类群。头节动物为头节虫目(Scolecida); 触角动物又进一步分为沟触角动物(Canalipalpta)和足刺动物(Aciculata)两部分, 前者包括缨鳃虫目(Sabellida)、蛰龙介目(Terebellida)和海稚虫目(Spionida), 后者包括叶须虫目(Phyllodocida)和矾沙蚕目(Eunicida) (Rouse & Fauchald, 1997)。World Register of

收稿日期: 2018-03-30; 接受日期: 2018-08-11

基金项目: 国家海洋公益性行业专项资金(201505004; 201505028); 国家海洋局近岸海域生态环境重点实验室开放基金(201609)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: zhangxl@fio.org.cn

Marine Species (WoRMS, <http://marinespecies.org/>) 体系把多毛纲分为游走亚纲(Errantia)和隐居亚纲(Sedentaria), 前者进一步分为仙虫目(Amphino-mida)、矾沙蚕目和叶须虫目; 后者分为头节虫目、缨鳃虫目、蛰龙介目和海稚虫目。

我国学者主要采用国外多毛类分类体系。杨德渐和孙瑞平(1988)在《中国近海多毛环节动物》一书中采用了Fauchald (1977)的分类系统和检索表。吴宝铃等(1997)在《中国动物志 环节动物门 多毛纲 I 叶须虫目》中参考了Fauchald (1977)和Pettibone (1986)等的研究成果, 将多毛类划分为8目14亚目。

目前, 不同分类体系对多毛纲的目一级划分存在一些差异, 对科一级的划分较为成熟(Fauchald, 1977), 但缺乏多毛纲目至科水平上的分类检索; 多毛纲的分类学研究主要集中在底栖类群, 浮游多毛纲的分类研究可借鉴的成果较少(周进和李新正, 2011)。因此, 本文基于前人研究基础, 整理了我国近海多毛纲底栖类群目和科的分类检索, 以期为我国底栖生物多样性研究提供参考。

1 目的检索表

Rouse和Fauchald (1997)根据形态特征对多毛纲的81个科进行了支序分析, 所建立的高级分类单元被较多采用, 本文采用其分类体系将我国近海多毛纲底栖类群分为6个目: 头节虫目、缨鳃虫目、海稚虫目、蛰龙介目、叶须虫目和矾沙蚕目, 至各目的检索表见附录1。

2 目至科的检索表

2.1 头节虫目

头节虫目口前叶明显, 头部没有附属物和触须。该目种类主要分布在软相海底, 少数栖息于岩相海底。据《中国海洋生物名录》(刘瑞玉, 2008), 我国近海记录该目8科46属92种, 之后又发现锥头虫科(Orbiniidae) 1个新种(Sun & Li, 2018), 竹节虫科(Maldanidae) 1个新属2个新种和1个新记录种(Wang & Li, 2016; 王跃云和李新正, 2016)。该目下科水平分类检索表见附录2。

2.2 缨鳃虫目

缨鳃虫目是管栖滤食动物, 无口腔器官, 口前叶与围口节愈合, 具有一圈羽毛状的摄食触手。该

目种类主要群生于岩相海底, 部分也见于软相海底。据《中国海洋生物名录》(刘瑞玉, 2008), 我国近海记录该目4科48属169种, 之后又发现龙介虫科(Serpulidae) 1个新种(Li et al, 2012)。该目下科水平分类检索表见附录2。

2.3 海稚虫目

海稚虫目为管栖或穴居种类, 具有1对灵活的摄食触角, 该触角有沟, 直接从口前叶产生。口无颚, 咽部可部分外翻。该目种类主要分布在软相海底, 少数见于岩相海底。鉴于磷虫科(Chaetopteridae) 有1对有沟的触角, 将其归到海稚虫目(Rouse & Fauchald, 1997)。据《中国海洋生物名录》(刘瑞玉, 2008), 我国近海记录该目6科22属65种, 之后又发现磷虫科3个新种(Sun & Qiu, 2014; Zhang Y et al, 2015; Wang & Li, 2017)和2个新记录种(Wang et al, 2017), 长手沙蚕科(Magelonidae)1个新种(Zhou & Mortimer, 2013), 海稚虫科(Spionidae)7个新种和10个新记录种(周进, 2008)。该目下科水平分类检索表见附录2。

2.4 蛰龙介目

蛰龙介目通常被称作毛虫(bristle worm)。该目的所有种类栖息于海洋环境, 大多个体较小, 栖息于泥或类似基质的管中或沙质洞穴中。据《中国海洋生物名录》(刘瑞玉, 2008), 我国近海记录该目7科34属119种, 之后又发现笔帽虫科(Pectinariidae) 3个新种(Sun & Qiu, 2012; Zhang J et al, 2015; Zhang & Qiu, 2017), 双栉虫科(Ampharetidae) 1个新记录属(Sui & Li, 2013) 4个新种(Sui & Li, 2013, 2014, 2017b, c)和6个新记录种(Sui & Li, 2014), 毛鳃虫科(Trichobranchidae) 3个新种(Zhang & Hutchings, 2018)。该目下科水平分类检索表见附录2。

2.5 叶须虫目

叶须虫目大多数为海生, 盐度适应范围大, 少数在淡水中生活。多数种类自由生活在海底, 部分种类营浮游生活。该目每一体节具有1对桨状的疣足。据《中国海洋生物名录》(刘瑞玉, 2008), 我国近海记录该目15科129属387种, 之后又发现真鳞虫科(Eulepethidae) 1个新种(Zhang et al, 2017), 多鳞虫科(Polynoidae) 1个新种和1个新记录种(Sui & Li, 2017a)。该目下科水平分类检索表见附录2。

2.6 矾沙蚕目

矾沙蚕目大部分种类为管栖, 栖管具有粘液壳

体、坚硬的角质壳体等多种类型。中部体节疣足具鳃。仙虫科(Amphinomidae)由于其腹侧有增厚的口道, Rouse和Fauchald (1997)认为其属于矾沙蚕目。据《中国海洋生物名录》(刘瑞玉, 2008), 我国近海记录该目7科31属109种, 之后又发现索沙蚕科(Lumbrineridae) 1个新种和1个新记录种(Cai & Li, 2011), 欧努菲虫科(Onuphidae) 1个新种(Wu & Xu, 2017a), 矾沙蚕科(Eunicidae) 8个新种(Wu et al, 2013a, b; Liu et al, 2017, 2018), 仙虫科1个新属和2个新种(Sun & Li, 2016, 2017)。该目下科水平分类检索表见附录2。

3 多毛纲目与科水平的分类考证

3.1 多毛纲目与科的分类

多毛纲重要的分类学特征包括口前叶、围口节、翻吻结构以及附属物的有无, 躯干部是否分区, 鳃、背须、腹须、疣足叶、刚毛等结构的特征以及这些结构在前后体节中的变化情况(杨德渐和孙瑞平, 1988)。头节虫目无触角, 后面5个目的口前叶均有触角。海稚虫目具1对可弯曲、具沟槽摄食功能的触角, 蛭龙介目具多个口触手, 缨鳃虫目常具有漏斗状触手冠, 叶须虫目和矾沙蚕目具有短的感觉触手。头节虫目、海稚虫目、蛭龙介目和缨鳃虫目无颚, 而叶须虫目和矾沙蚕目有颚, 叶须虫目最多在吻末端具2对钳状颚, 矾沙蚕目只在吻内有1对很少翻出的钳状颚。我们按照具体的多毛纲分类特征将中国近海底栖多毛纲的47个科划分到这6个目, 形成基于形态特征的底栖多毛纲目科的检索表, 其中不含不倒翁虫科(Sternaspidae)和双指鳞虫科(Iphioninae)。

不倒翁虫科开始被认为是多毛纲中一个独立的目(Dales, 1962; Fauchald, 1977)。Rouse和Fauchald (1997)则未将不倒翁虫单独划为高阶分类单元, 而是认为不倒翁虫和扇毛虫(Flabelligeridae)构成一个多分支, 包括创造虫科(Poecobiidae)、顶须虫科(Acrocirridae)和丝鳃虫科(Cirratulidae)。Beesley等(2000)改进了Rouse和Fauchald (1997)的分类系统, 将不倒翁虫科归到蛭龙介目。目前, 不倒翁虫在多毛类系统发育中的位置尚未完全明确, 不同的研究方法得到不同的拓扑结构或亲缘关系(Kelly & Salazar-Vallejo, 2013)。

双指鳞虫科开始被认为是多鳞虫科的一个亚科

(Pettibone, 1986)。Norlinder等(2012)将其定义为一个独立的科。Gonzalez等(2017)通过分子标记和形态特征建立鳞沙蚕亚目(Aphroditiformia), 包含蠕鳞虫科(Acoetidae)、双指鳞虫科、鳞沙蚕科(Aphroditidae)、真鳞虫科、多鳞虫科和锡鳞虫科(Sigalionidae), 认为双指鳞虫科是蠕鳞虫科的姊妹类群, 与Norlinder等(2012)的研究结果一致。我国双指鳞虫科记录种类较少, 故未将其纳入多毛类底栖类群目至科的检索中。

3.2 分子生物学对多毛纲系统演化的贡献

随着分子生物学技术的发展与应用, 多毛纲的分类地位不断得到重新认识。蠕虫动物(Echiura)、须腕动物(Pogonophora)、吸口虫纲(Myzostomida)、星虫动物(Sipuncula)等无脊椎动物类群因其形态与环节动物差别较大, 被认为是单独的门类, 列在环节动物系统外。但应用DNA条形码技术的研究结果支持将上述4类生物归属于环节动物。其中, 蠕虫动物被认为与小头虫科亲缘关系相近(Bleidorn et al, 2010), 但该结果尚需形态学的共同衍征支持(韩洁和林旭吟, 2007)。星虫动物在分类系统中的位置不断变化, 从环节动物衍生类群到环节动物内群, 再到所有环节动物的姊妹类群(Struck, 2011), 现被认为是仙虫科的姊妹类群(Weigert et al, 2014; Andrade et al, 2015)。须腕动物以拟西伯加虫科(Siboglinidae)为代表, Rousset等(2004)根据形态学和18S、28S rDNA核基因数据, 认为该科为单系发生, 与欧文虫科(Oweniidae)为姊妹类群关系。吸口虫的系统发育位置仍难确定, 可能是游走类或者隐居类的一部分(Weigert & Bleidorn, 2016)。Weigert等(2014)基于33科多毛类和6科环带类计60个物种的622个基因共170,497个氨基酸位点的转录组数据, 认为现有星虫动物门和磷虫科、仙虫科、欧文虫科、长手沙蚕科是环节动物系统发育的基本分支, 其中后二者形成较独立的分支。

分子生物学技术也应用于多毛纲内部目与科的系统演化研究中。Rouse和Fauchald (1997)依据仙虫科腹侧有增厚的口道这一共同形态特征, 将仙虫科归到矾沙蚕目。但Weigert等(2014)和Andrade等(2015)通过转录组学、Illumina二代测序技术和系统发育分析, 认为仙虫科不属于矾沙蚕目, 是游走类和隐居类的姊妹类群。磷虫科在形态学上被认为和海稚虫科同属一系(Moore et al, 2017)。Rouse和

Fauchald (1997)基于磷虫科有1对有沟触角和躯干部可分3个体区,认为磷虫科应归入海稚虫目。而大量分子生物学数据表明,磷虫科和长手沙蚕科与欧文虫科的亲缘关系更近,应为环节动物的基本分支(Struck, 2011; Weigert et al, 2014; Andrade et al, 2015)。基于形态学,长手沙蚕科属于海稚虫目,欧文虫科和缨鳃虫科、西伯加虫科亲缘关系较近,同属于沟触角动物(Rouse & Fauchald, 1997)。近几年的分子系统发育研究表明,长手沙蚕科和欧文虫科一起构成环节动物系统发育树的基部分支(Weigert et al, 2014; Andrade et al, 2015)。这种亲缘关系也得到了形态学的支持,这些种类具有单纤毛的表皮细胞,无颈部器官(Capa et al, 2012)。

总之,分子生物学研究推动了多毛纲分类系统的修订,未来结合形态学、生活史特征将会加深对多毛类纲系统发育的认识。

3.3 我国近海多毛纲的研究

国内对多毛纲分类学的研究主要集中在种类形态鉴定和地理区系分布特征等基础研究方面。目前报道的中国海多毛类有60科,约1,000余种,其中已做系统分类学研究的有23科428种,大部分种仅有零散的记录,有的甚至来自于生态学方面的报告(吴旭文, 2013)。杨德渐和孙瑞平(1988)曾对中国近海多毛纲种类做过总结,研究较好的叶须虫目、沙蚕目和缨鳃虫目已分别在三卷《中国动物志》中发表(吴宝铃等, 1997; 孙瑞平和杨德渐, 2004, 2014)。

生态学研究中所记录的种类存在一定数量的同物异名和异物同名,甚至某些海域中所记录的优势种均属错误鉴定结果。例如不倒翁虫科,国内普遍认为该科只有不倒翁虫(*Sternaspis sculata*),然而在国外多毛纲的分类体系中该科包含多个种,广泛分布于许多海域的不同深度(从浅水到4,400 m深)。Kelly和Salazar-Vallejo (2013)对不倒翁虫科进行了修订,认为不倒翁虫科有3个属,新增加了2个属:*Caulleryaspis* 和*Petersenaspis*。近期国内学者对中国海的不倒翁虫科进行了调查和分类鉴定, Wu和Xu (2015)基于历史资料和新标本发现了不倒翁虫科的2个新种, Wu和Xu (2017b)在南海北部鉴定出不倒翁虫科10个种,其中有4个新种。

拟特须虫属(*Paralacydonia*)最初属于叶须虫科(Phyllodocidae),后来被移到叶须虫科的亚科(Lacydoniinae)。Pettibone (1963)基于形态学分类特

征建立了拟特须虫科,它是一个独立的科,包含拟特须虫属。分子生物学分析使用16S和18S rDNA数据认为特须虫科和拟特须虫科有很近的亲缘关系(Böggemann, 2009),国内把拟特须虫属归到特须虫科,目前国内该方面研究较少。在传统分类学研究基础上,少数学者对多毛纲中某些科属间亲缘关系进行了探讨,如吴宝铃和陆华(1993)利用支序分析方法探究浮游多毛类眼蚕科之间的系统演化关系,韩洁和林旭吟(2007)综述了多毛纲动物系统学研究进展。

随着分子生物学技术的发展,国内学者也开始将其应用于我国海域多毛纲的分类学研究,得到了一些有价值的结果。其中,对异毛虫科(周进, 2008)、海稚虫科(周进, 2008)、索沙蚕科^①、矾沙蚕科(吴旭文, 2013)、欧努菲虫科(吴旭文, 2013)、双栉虫科(隋吉星, 2013)、蛰龙介科(隋吉星, 2013)的研究较为系统,纠正了过去一些错误的鉴定和记录。未来在多毛纲分类学的研究中,分子生物学技术将是传统分类方法的一个重要辅助手段(周进和李新正, 2011)。

参考文献

- Andrade S, Novo M, Kawauchi GY, Worsaae K, Pleijel F, Giribet G, Rouse GW (2015) Articulating “Archianellids”: Phylogenomics and annelid relationships, with emphasis on meiofaunal taxa. *Molecular Biology and Evolution*, 32, 2860–2875.
- Beesley PL, Ross GJB, Glasby CJ (2000) *Polychaetes and Allies: The Southern Synthesis*. Brown Prior Anderson, Melbourne.
- Böggemann M (2009) Polychaetes (Annelida) of the abyssal SE Atlantic. *Organisms Diversity and Evolution*, 9, 251–428.
- Bleidorn C, Vogt L, Bartolomaeus T (2010) A contribution to sedentary polychaete phylogeny using 18S rRNA sequence data. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 41, 186–195.
- Cai WQ, Li XZ (2011) A new species and new recorded species of Lumbrineridae Schmarda, 1861 (Annelida: Polychaeta) from China. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 29, 356–365.
- Capa M, Parapar J, Hutchings P (2012) Phylogeny of Oweniidae (Polychaeta) based on morphological data and taxonomic revision of Australian fauna. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 166, 236–278.
- Dales RP (1962) The polychaete stomodeum and the inter-relationships of the families of Polychaeta. *Proceedings of the*

① 蔡文倩 (2010) 中国海索沙蚕科分类学和动物地理学研究. 硕士学位论文, 中国科学院海洋研究所, 青岛.

Zoological Society of London, 139, 389–428.

- Fauchald K (1977) The polychaete worms: Definitions and keys to the orders, families and genera. Natural History Museum of Los Angeles County Science Series, 28, 1–188.
- Gonzalez BC, Martínez A, Borda E, Iliffe TM, Eibye-Jacobsen D, Worsaae K (2017) Phylogeny and systematics of Aphroditiformia. *Cladistics*, 34, 225–259.
- Han J, Lin XY (2007) Advances in systematics of Polychaeta. *Journal of Beijing Normal University (Natural Sciences)*, 43, 548–553. (in Chinese with English abstract) [韩洁, 林旭吟 (2007) 多毛纲(Polychaeta)动物系统学的研究进展. 北京师范大学学报(自然科学版), 43, 548–553.]
- Kelly S, Salazar-Vallejo SI (2013) Revision of *Sternaspis* Otto, 1821 (Polychaeta, Sternaspidae). *Zookeys*, 286, 1–74.
- Lei YL, Sun RP (2008) Species diversity and faunal characteristics of marine polychaetes in the Yellow Sea. *Marine Sciences*, 32, 40–51. (in Chinese with English abstract) [类彦立, 孙瑞平 (2008) 黄海多毛环节动物多样性及区系的初步研究. 海洋科学, 32, 40–51.]
- Li SC, Wang AT, Deng L (2012) A new euryhaline species of the genus *Ficopomatus* Southern 1921 (Polychaeta: Serpulidae) from China. *Zoological Studies*, 51, 1165–1174.
- Liu RY (2008) Checklist of Marine Biota of China Seas. Science Press, Beijing. (in Chinese) [刘瑞玉 (2008) 中国海洋生物名录. 科学出版社, 北京.]
- Liu Y, Hutchings P, Kupriyanova E (2018) Two new species of *Marphysa* Quatrefages, 1865 (Polychaeta: Eunicida: Eunicidae) from northern coast of China and redescription for *Marphysa orientalis* Treadwell, 1936. *Zootaxa*, 4377, 191–215.
- Liu Y, Hutchings P, Sun S (2017) Three new species of *Marphysa* Quatrefages, 1865 (Polychaeta: Eunicida: Eunicidae) from the south coast of China and redescription of *Marphysa sinensis* Monro, 1934. *Zootaxa*, 4263, 228–250.
- Moore JM, Nishi E, Rouse GW (2017) Phylogenetic analyses of Chaetopteridae (Annelida). *Zoologica Scripta*, 46, 569–610.
- Norlinder E, Nygren A, Wiklund H, Pleijel F (2012) Phylogeny of scale-worms (Aphroditiformia, Annelida), assessed from 18S rRNA, 28S rRNA, 16S rRNA, mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I (COI) and morphology. *Molecular Phylogenetics & Evolution*, 65, 490–500.
- Pettibone MH (1963) Marine polychaete worms of the New England region. *Bulletin of the United States National Museum*, 227, 1–356.
- Pettibone MH (1986) Additions to the family Eulepethidae Chamberlin (Polychaeta: Aphroditacea). *Smithsonian Libraries*, 441, 1–51.
- Rouse GW, Fauchald K (1997) Cladistics and Polychaetes. *Zoologica Scripta*, 26, 139–204.
- Rousset V, Rouse GW, Siddall ME, Tillier A, Pleijel F (2004) The phylogenetic position of Siboglinidae (Annelida) inferred from 18S rRNA, 28S rRNA and morphological data. *Cladistics*, 20, 518–533.
- Struck TH (2011) Direction of evolution within Annelida and the definition of Pleistoannelida. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 49, 340–345.
- Sui JX (2013) Study on the Taxonomy of Families Ampharetidae and Terebellidae (Annelida: Polychaeta) from China seas. PhD dissertation, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, Shandong. (in Chinese with English abstract) [隋吉星 (2013) 中国海双带虫科和蛭龙介科分类学研究. 博士学位论文, 中国科学院海洋研究所, 山东青岛.]
- Sui JX, Li XZ (2013) First report of the genus *Lysippe* Malmgren, 1866 (Polychaeta: Ampharetidae) from Chinese waters. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 31, 846–849.
- Sui JX, Li XZ (2014) *Pseudoamphicteis sinensis* sp. nov., a new species of Ampharetidae (Polychaeta) from China. *Zootaxa*, 3872, 376–380.
- Sui JX, Li XZ (2017a) A new species and new record of deep-sea scale-worms (Polynoidae: Polychaeta) from the Okinawa Trough and the South China Sea. *Zootaxa*, 4238, 562–570.
- Sui JX, Li XZ (2017b) A new species of *Phyllocomus* Grube, 1878 from the Yellow Sea, China (Annelida, Ampharetidae). *Zookeys*, 676, 13–19.
- Sui JX, Li XZ (2017c) A new species of the genus *Amphicteis* (Polychaeta: Ampharetidae) from China. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 35, 1–4.
- Sun RP, Yang DJ (2004) Fauna Sinica: Nereidida. Science Press, Beijing. (in Chinese) [孙瑞平, 杨德渐 (2004) 中国动物志: 沙蚕目. 科学出版社, 北京.]
- Sun RP, Yang DJ (2014) Fauna Sinica: Sabellida. Science Press, Beijing. (in Chinese) [孙瑞平, 杨德渐 (2014) 中国动物志: 缨鳃虫目. 科学出版社, 北京.]
- Sun Y, Li XZ (2016) A new species of *Linopherus* (Annelida, Amphinomididae) from Beibu Gulf, South China Sea. *Zookeys*, 640, 37–43.
- Sun Y, Li XZ (2017) A new genus and species of bristle worm from Beibu Gulf, South China Sea (Annelida, Polychaeta, Amphinomididae). *Zookeys*, 708, 1–10.
- Sun Y, Li XZ (2018) *Orbinia wui*, a new species from China, with redescription of *O. dicrochaeta* Wu, 1962 (Annelida, Orbiniidae). *Zootaxa*, 4403, 351–364.
- Sun Y, Qiu JW (2012) A new species of *Lagis* (Polychaeta: Pectinariidae) from Hong Kong. *Zootaxa*, 3264, 61–68.
- Sun Y, Qiu JW (2014) A new species of *Chaetopterus* (Annelida, Chaetopteridae) from Hong Kong. *Memoirs of Museum Victoria*, 71, 303–309.
- Wang YY, Li XZ (2016) A new *Maldane* species and a new Maldaninae genus and species (Maldanidae, Annelida) from coastal waters of China. *Zookeys*, 603, 1–16.
- Wang YY, Li XZ (2016) One new subfamily and one new species of Maldanidae from China Sea. *Guangxi Sciences*, 23, 307–311. (in Chinese with English abstract) [王跃云, 李新正 (2016) 中国海竹节虫科(Maldanidae)一新记录亚科瑰节虫亚科(Rhodiniinae)和一新记录种. 广西科学, 23, 307–311.]

- Wang YY, Li XZ (2017) A new species of *Phyllochaetopterus* Grube, 1863 (Polychaeta: Chaetopteridae) from Hainan Island, South China Sea. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 35, 360–366.
- Wang YY, Sui JX, Li XZ (2017) Two new records of *Spiochaetopterus* Sars, 1856 (Chaetopteridae, Polychaeta) from Chinese waters. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 35, 1–6.
- Weigert A, Bleidorn C (2016) Current status of annelid phylogeny. *Organisms Diversity and Evolution*, 16, 345–362.
- Weigert A, Helm C, Meyer M, Nickel B, Arendt D, Hausdorf B, Santos SR, Halanych KM, Purschke G, Bleidorn C, Struck TH (2014) Illuminating the base of the annelid tree using transcriptomics. *Molecular Biology and Evolution*, 31, 1391–1401.
- Wu BL, Lu H (1993) The phylogeny of ALCIOPIDAE (Polychaeta)—A CLADISTICS analysis. *Acta Zoologica Sinica*, 39, 23–29. (in Chinese with English abstract) [吴宝铃, 陆华 (1993) 支序分类CLADISTICS在浮游多毛类眼蚕科ALCIOPIDAE系统演化研究中的应用. *动物学报*, 39, 23–29.]
- Wu BL, Wu QQ, Qiu JW, Lu H (1997) *Fauna Sinica: Polychaeta, Phyllodocimorpha*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [吴宝铃, 吴启泉, 丘建文, 陆华 (1997) 中国动物志 环节动物门 多毛纲I. 叶须虫目. 科学出版社, 北京.]
- Wu XW (2013) Taxonomy and Geographical Distribution of Eunicidae and Onuphidae (Polychaeta: Polychaeta: Eunicida) from China Seas. PhD dissertation, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, Shandong. (in Chinese with English abstract) [吴旭文 (2013) 中国海矾沙蚕科和欧努菲虫科的分类学和地理分布研究. 博士学位论文, 中国科学院海洋研究所, 山东青岛.]
- Wu XW, Sun RP, Liu RY (2013a) A new species of *Eunice* (Polychaeta: Eunicidae) from Hainan Island, South China Sea. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 31, 134–139.
- Wu XW, Sun RP, Liu RY, Xu KD (2013b) Two new species of *Eunice* Cuvier, 1817 (Polychaeta, Eunicidae) from the coral reefs of Hainan Island with a key to 16 species of *Eunice* from China seas. *Zootaxa*, 3652, 249–264.
- Wu XW, Xu KD (2015) Two new species of *Sternaspis* Otto, 1821 (Polychaeta: Sternaspidae) from China seas. *Zootaxa*, 4052, 373–382.
- Wu XW, Xu KD (2017a) Neotypification of *Onuphis fukianensis* Uschakov & Wu, 1962 and description of a new species of *Onuphis* (Annelida: Onuphidae) from China seas. *Zootaxa*, 4291, 347–360.
- Wu XW, Xu KD (2017b) Diversity of Sternaspidae (Annelida: Terebellida) in the South China Sea, with descriptions of four new species. *Zootaxa*, 4244, 403–415.
- Yang DJ, Sun RP (1988) Common Polychaetes from the Coastal Waters of China. China Agriculture Press, Beijing. (in Chinese) [杨德渐, 孙瑞平 (1988) 中国近海多毛环节动物. 中国农业出版社, 北京.]
- Zhang J, Hutchings P (2018) Taxonomy and distribution of Terebellides (Polychaeta: Trichobranchidae) in the northern South China Sea, with description of three new species. *Zootaxa*, 4377, 387–411.
- Zhang J, Qiu JW (2017) A new species of *Pectinaria* (Annelida, Pectinariidae), with a key to pectinariids from the South China Sea. *Zookeys*, 683, 139–150.
- Zhang J, Zhang Y, Osborn K, Qiu JW (2017) Description of a new species of *Eulepethus* (Annelida, Eulepethidae) from the northern South China Sea, and comments on the phylogeny of the family. *Zootaxa*, 4226, 581–593.
- Zhang J, Zhang Y, Qiu JW (2015) A new species of *Amphictene* (Annelida, Pectinariidae) from the northern South China Sea. *Zookeys*, 545, 27–36.
- Zhang Y, Rouse GW, Qiu JW (2015) A new species of *Mesochaetopterus* (Annelida, Chaetopteridae) from Hong Kong, with comments on the phylogeny of the family. *Zootaxa*, 3974, 495–506.
- Zhou J (2008) Study on the Taxonomy and Faunistic Characters of Families Paraonidae and Spionidae (Annelida: Polychaeta) from China Seas. PhD dissertation, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, Shandong. (in Chinese with English abstract) [周进 (2008) 中国海异毛虫科和海稚虫科分类学和地理分布研究. 博士学位论文, 中国科学院海洋研究所, 山东青岛.]
- Zhou J, Li XZ (2011) Analysis and outlook for polychaete studies from China's seas. *Marine Sciences*, 35, 82–89. (in Chinese with English abstract) [周进, 李新正 (2011) 中国海多毛纲动物研究现状及展望. *海洋科学*, 35, 82–89.]
- Zhou J, Mortimer K (2013) A new species of *Magelona* (Polychaeta: Magelonidae) from Chinese coastal waters. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93, 1503–1510.

(责任编辑: 李新正 责任编辑: 闫文杰)

附录 Supplementary Material

附录1 中国近海多毛纲底栖类群至目的分类检索表

Appendix 1 Key to the orders of the benthic groups of Polychaeta from the coastal waters of China
<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2018093-1.pdf>

附录2 中国近海多毛纲底栖类群各目至科的分类检索表

Appendix 2 Keys to the families of the benthic groups of Polychaeta from the coastal waters of China
<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2018093-2.pdf>

葛美玲, 徐勤增, 范士亮, 王宗兴, 张学雷. 中国近海多毛纲底栖类群目与科水平的分类. 生物多样性, 2018, 26 (9): 998–1003.
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2018093>

附录 1 中国近海多毛纲底栖类群至目的分类检索表

Appendix 1 Key to the orders of the benthic groups of Polychaeta from the coastal waters of China

- 1. 吻富肌肉轴状; 具触角(触角虫亚纲 *Palpata*).....2
- 1. 吻囊状或无吻; 无触角(头节虫亚纲 *Scolecida*).....头节虫目(*Scolecida**)
- 2. 疣足内具足刺(足刺虫总目 *Aciculata*).....3
- 2. 疣足内不具足刺(沟触角虫总目 *Canalipalpata*).....4
- 3. 吻具 1 对腹位或背位的颚、颚少翻出, 中部体节疣足上有鳃.....矶沙蚕目(*Eunicida*)
- 3. 吻无颚或末端具多至 2 对颚, 疣足上通常不具鳃.....叶须虫目(*Phyllodocida*)
- 4. 头部具触手冠.....缨鳃虫目(*Sabellida*)
- 4. 头部不具触手冠.....5
- 5. 躯干部不分为胸区和腹区.....海稚虫目(*Spionida*)
- 5. 躯干部分为胸区和腹区.....蜚龙介目(*Terebellida*)

注: *头节虫目*Scolecida*曾译名为囊吻目。

附录 2 中国近海多毛纲底栖类群各目至科的分类检索表

Appendix 2 Keys to the families of the benthic groups of Polychaeta from the coastal waters of China

一、头节虫目(Scolecida)

1. 身体前部刚节(3–6刚节)背中线上具1根细长触手.....单指虫科(Cossuridae Day, 1963)
1. 身体前部刚节(3–6刚节)背中线无细长触手.....2
2. 口前叶为一斜板, 常以突缘镶边竹节虫科(Maldanidae Malmgren, 1867)
2. 口前叶尖、圆或钝.....3
3. 体分为具不同刚毛的胸、腹两区(注意: 有时可依疣足特征来分区).....4
3. 体不分区; 刚毛分布和疣足形态变化不大.....6
4. 胸区具侧疣足、腹区疣足背、腹叶都在背面.....锥头虫科(Orbiniidae Hartman, 1942)
4. 全具侧疣足; 后区体节的疣足背叶常退化、腹叶可形成窄而完整的环带.....5
5. 虫体的前中区、有时后区(包括有鳃刚节)具纤细的毛状刚毛; 鳃不能收缩、丛状或简单的丝状.....沙蠋科(Arenicolidae Johnston, 1835)
5. 胸区和前几个腹区刚节仅具细毛状刚毛; 若具鳃在腹区则为可伸缩的丝状.....小头虫科(Capitellidae Grube, 1862)
6. 口前叶无中触手.....7
6. 口前叶具中触手, 鳃位于4–18刚节.....异毛虫科(Paranoidae Cerruti, 1909)
7. 口前叶完整、尖或圆形, 无环轮; 如具鳃, 为须状、梳状.....海蛹科(Opheliidae Malmgren, 1867)
7. 口前叶梯形或分叉, 若具鳃, 仅出现于前端, 为树枝状.....梯额虫科(Scalibregmatidae Malmgren, 1867)

二、缨鳃虫目(Sabellida)

1. 特殊的前刚毛不形成保护性头笼, 形成一壳盖; 前端不缩入, 前端无鳃.....帚毛虫科(Sabellariidae Johnston, 1865)
1. 无特殊刚毛、前端具有鳃.....2
2. 管钙质; 具胸膜; 身体对称; 胸刚节4个以上.....龙介虫科(Serpulidae Rafinesque, 1815)
2. 管胶质或角质常覆有沙粒; 无胸膜.....3
3. 疣足具1至数排明显的齿片; 触手冠平滑或具羽状的放射状鳃丝(触手丝); 消化管直; 管胶质或角质常覆有沙粒; 无胸膜; 后端具肛门; 胸部多处刚节具钩状齿片刚毛.....缨鳃虫科(Sabellidae Latreille, 1825)
3. 口前叶无触角; 无触须; 刚毛简单; 腹足叶具许多排小的长柄状齿; 管胶质或角质常覆有沙粒无胸膜; 小齿片仅集中于腹叶; 短触手冠具分支的触手.....欧文虫科(Oweniidae Rioja, 1917)

三、海稚虫目(Spionida)

1. 口前叶有触手, 第4刚节具1至数根粗刺刚毛; 有的体中部体节变形、常为扇形; 栖管羊皮纸状、若为角质则明显具多环轮.....磷虫科(Chaetopteridae Malmgren, 1867)
1. 触须长在围口节或围口节和口前叶之间, 吻可外翻, 具腹垫或轴囊.....2
2. 口前叶为扁或抹刀状, 与体最宽处同宽.....长手沙蚕科(Magelonidae Cunningham et Ramage, 1888)
2. 口前叶不扁、明显窄于体宽.....3

葛美玲, 徐勤增, 范士亮, 王宗兴, 张学雷. 中国近海多毛纲底栖类群目与科水平的分类. 生物多样性, 2018, 26 (9): 998–1003.

<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2018093>

3. 口前叶小, 球形嵌入到第一刚节.....杂毛虫科(Poecilochaetidae Hannerz, 1956)
3. 口前叶不呈球状, 嵌入到第一刚节.....4
4. 疣足不明显、腹部体节长; 刚毛围绕身体形成完整的环带.....
.....异稚虫科(Heterospionidae Hartman, 1963)
4. 疣足很发达; 腹部体节通常不长; 刚毛成侧束.....5
5. 体中部疣足单叶型.....轮毛虫科(Trochochaetidae Pettibone, 1963)
5. 所有疣足双叶型, 第1刚节除外.....海稚虫科(Spionidae Grube, 1850)

四、蛭龙介目(Terebellida)

1. 前端具一竖排特殊刚毛、或于退缩的前端形成一壳盖、或为一系列长的保护刺(稃片).....2
1. 前端不具特殊的刚毛(注意: 可能有短且粗的钩状刚毛).....4
2. 特殊刚毛长且具横纹、形成一保护前端头笼; 体表上皮具许多乳突.....扇毛虫科(Flabelligeridae Saint-Joseph, 1894)
2. 特殊的前刚毛不形成一保护性头笼; 前端不缩入; 上皮乳突少、小或无; 刚毛无环纹.....3
3. 特殊刚毛粗、平滑、前端不弯曲; 口前叶无附肢或具许多触手; 特殊刚毛横排; 栖管圆锥状、常以沙粒形成.....笔帽虫科(Pectinariidae Quatrefages, 1865)
3. 特殊刚毛通常在前端两侧形成扇形稃片; 前端体节具2–4对鳃.....双栉虫科(Ampharetidae Malmgren, 1867)
4. 虫体具许多长而细的鳃丝、触手和背须(常丧失仅具痕迹).....5
4. 虫体没有长而细的鳃丝、触手和背须.....顶须虫科(Acrocirridae Banse, 1969)
5. 鳃丝遍布于体前部或其后背节的背侧.....丝鳃虫科(Cirratulidae Carus, 1863)
5. 若具鳃则在2–3个连续的体节上, 鳃具柄或无柄、为分支状或许多丝状.....6
6. 胸部、腹部齿片柄短, 有时胸部齿片具一后延长部.....蛭龙介科(Terebellidae Grube, 1851)
6. 胸部齿片柄长、腹部齿片柄短.....毛鳃虫科(Trichobranchidae Malmgren, 1866)

五、叶须虫目(Phyllodocida)

1. 背部具鳞片或在若干体节背足基部背面具明显的鳞片痕迹、可能具杂乱的毡毛样背刚毛.....2
1. 背部不具鳞片或鳞片痕迹, 无毡毛样背刚毛.....6
2. 腹足刺末端锤头状.....真鳞虫科(Eulepethidae Chamberlin, 1919)
2. 腹足刺末端尖.....3
3. 口前叶具单个中触手; 背刚毛毡毛状或鱼叉状, 覆盖于背部.....
.....鳞沙蚕科(Aphroditidae Malmgren, 1867)
3. 口前叶具1–3个触手; 背部无毡毛, 背刚毛明显侧位、无鱼叉状刚毛.....4
4. 腹刚毛复型.....锡鳞虫科(Sigalionidae Malmgren, 1867)
4. 腹刚毛简单.....5
5. 疣足背面具纺锤腺; 若具中触手则仅靠口前叶的后部或中部; 无背刚毛.....
.....蠕鳞虫科(Acoetidae Kinberg, 1856)
5. 疣足背面无纺锤腺; 中触手位于口前叶前缘; 常具背刚毛.....
.....多鳞虫科(Polynoidae Kinberg, 1856)
6. 背足具扩散的金色或铜色刚毛, 且或多或少覆于背部.....

.....金扇虫科(Chrysopetalidae Ehlers, 1864)	
6. 背刚毛无上述形态的刚毛(或无背刚毛).....	7
7. 具触角、常游离为指状、有时与围口节上的腹侧垫或与口前叶前端愈合以致口前叶出现一裂隙.....	12
7. 无触角.....	8
8. 口前叶长、圆锥形、常具多环轮; 前端具2对触手.....	9
8. 口前叶长不及宽的2倍、无环轮; 触手长或短.....	10
9. 翻吻具4个大颚; 疣足全为单叶型或全为双叶型.....	
.....吻沙蚕科(Glyceridae Grube, 1850)	
9. 翻吻具4个以上的颚; 前部疣足单叶型, 后部疣足双叶型.....	
.....角吻沙蚕科(Goniadidae Kinberg, 1866)	
10. 背须大、为叶形.....	叶须虫科(Phyllodocidae Örsted, 1843)
10. 若具背须则为须状.....	11
11. 所有刚毛简单; 背腹刚叶间具间须.....	齿吻沙蚕科(Nephtyidae Grube, 1850)
11. 无间须; 背刚毛简单、腹刚毛复型.....	特须虫科(Lacydoniidae Bergström, 1914)
12. 触角双环或多环.....	13
12. 触角简单、有时与口前叶愈合致使口前叶呈现"V"型凹陷或在围口节上形成腹侧垫.....	14
13. 吻具大颚1对, 翻吻光滑或具颚齿、乳突; 疣足常双叶型.....	沙蚕科(Nereidae Blainville, 1818)
13. 吻常无大颚、无颚齿和乳突、但多具端乳突或侧突起; 疣足常为亚双叶型或单叶型.....	海女虫科(Hesionidae Grube, 1850)
14. 触角与口前叶愈合、以致口前叶呈前裂隙.....	白毛虫科(Pilargiidae de Saint Joseph, 1899)
14. 触角为游离的腹突起, 有时彼此愈合.....	裂虫科(Syllidae Grube, 1850)
六、矾沙蚕目(Eunicida)	
1. 口前叶无附肢.....	2
1. 口前叶至少1对触手.....	4
2. 颚由若干单片组成.....	3
2. 颚由许多成排的小齿片组成.....	豆维虫科(Dorvilleidae Chamberlin, 1919)(部分)
3. 无巾钩刚毛, 具有三个颚基.....	花索沙蚕科(Oeononidae Kinberg, 1865)
3. 至少有的体节具巾钩刚毛; 具有1对或3个颚基.....	索沙蚕科(Lumbrineridae Schmarda, 1861)
4. 围口节具腹侧垫状触角; 5个后头触手和两个前触手.....	欧努菲虫科(Onuphidae Kinberg, 1865)
4. 无触手.....	5
5. 触角多环, 无触须.....	豆维虫科(Dorvilleidae Chamberlin, 1919)(部分)
5. 触角单环.....	6
6. 口前叶不延伸为肉瘤, 触角与口前叶愈合、以致口前叶呈前裂隙; 围口节两节.....	
.....矾沙蚕科(Eunicidae Berthold, 1827)	
6. 口前叶向后延伸为肉瘤; 背刚毛大且分叉、其他平滑或具锯齿.....	7
7. 背刚毛成束的位于背叶上; 鳃明显、为分支的束.....	仙虫科(Amphinomidae Lamarck, 1818)
7. 背刚毛在后部排成横排; 鳃比刚毛短.....	海刺虫科(Euphrosinidae Williams, 1852)