

• 研究报告 •

黄渤海甲壳类的分类多样性

吴 强^{1,2} 李忠义^{1,2} 戴芳群¹ 陈瑞盛¹ 王 俊^{1,2} 单秀娟^{1,2} 金显仕^{1,2*}

1 (中国水产科学研究院黄海水产研究所农业部海洋渔业资源可持续利用重点开放实验室/山东省渔业资源与生态环境重点实验室, 山东青岛 266071)

2 (青岛海洋科学与技术国家实验室海洋渔业科学与食物产出过程功能实验室, 山东青岛 266071)

摘要: 为了解黄渤海甲壳类的分类多样性特征, 我们统计了2010–2015年中国水产科学研究院黄海水产研究所调查捕获的黄渤海甲壳类(软甲纲: 十足目与口足目)物种名录。结合历史文献, 进一步系统整理得到黄渤海甲壳类物种总名录。基于这2个名录, 应用分类阶元包含指数(the inclusion index at taxonomic level, $TINCL_i$)、平均分类差异指数(average taxonomic distinctness index, Δ^+)和分类差异变异指数(variation in taxonomic distinctness index, Λ^+)研究了其分类多样性特征。结果显示: 2010–2015年调查名录中, 甲壳类共93种, 隶属于2目39科66属, 其中10种为新分布种; 对虾科、藻虾科、长臂虾科、梭子蟹科和弓蟹科的物种数最多, 合计占总物种数的38.71%; $TINCL_i$ 分别为1.41种/属和2.38种/科; Δ^+ 和 Λ^+ 分别为50.25和35.20。总名录中, 甲壳类共228种, 隶属于2目53科123属, 其中藻虾科、豆蟹科、对虾科、弓蟹科和鼓虾科的物种数最多, 合计占总物种数的30.70%; $TINCL_i$ 分别为1.85种/属和4.30种/科, Δ^+ 和 Λ^+ 分别为50.18和30.87。对虾科的相对丰富度指数(the relative richness index, R_i)最高(100), 其次是梭子蟹科(71.43)和长臂虾科(62.50), 豆蟹科最低(6.25)。黄渤海甲壳类的平均分类差异指数(Δ^+)明显小于鱼类($P < 0.05$)。2010–2015年调查的 Δ^+ 计算值高于理论值, 且在理论值的95%置信区间内, 说明黄渤海甲壳类群落正处在中等程度的干扰中。

关键词: 甲壳类; 分类阶元包含指数; 平均分类差异指数; 分类差异变异指数; 黄渤海

Taxonomic diversity of crustaceans in Yellow Sea and Bohai Sea

Qiang Wu^{1,2}, Zhongyi Li^{1,2}, Fangqun Dai¹, Ruisheng Chen¹, Jun Wang^{1,2}, Xiujuan Shan^{1,2}, Xianshi Jin^{1,2*}

1 Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fishery Resources, Ministry of Agriculture/ Shandong Provincial Key Laboratory of Fishery Resources and Ecological Environment, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao, Shandong 266071

2 Function Laboratory for Marine Fisheries Science and Food Production Processes, Qingdao National Laboratory for Marine Science and Technology, Qingdao, Shandong 266071

Abstract: To reveal the taxonomic diversity of crustaceans in Yellow Sea and Bohai Sea, a species list of crustaceans (Malacostraca: Decapoda and Stomatopoda) was obtained by the Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, using survey data collected by bottom trawling from 2010 to 2015. A total species list of crustaceans was also obtained by combining the species list above with historical literature. Based on the above two lists, the inclusion index at taxonomic level ($TINCL_i$), average taxonomic distinctness index (Δ^+) and variation in taxonomic distinctness index (Λ^+) were computed. A total of 93 species of crustaceans, belonging to 2 orders, 39 families, and 66 genera, were recorded from 2010 to 2015. Among these, 10 species were newly recorded. Penaeidae, Hippolytidae, Palaemonidae, Portunidae and Varunidae were among the top 5 families, accounting for 38.71% of the total species. $TINCL_i$ were 1.41 species/genus and 2.38 species/family, respectively. Δ^+ and Λ^+ were 50.25 and 35.20, respectively. According to the total species list, a total of 228 species of crustaceans were recorded, belonging to 2 orders, 53 families, and 123 genera. Hippolytidae, Pinnotheridae, Penaeidae, Varunidae and Alpheidae were among the top 5

收稿日期: 2016-09-07; 接受日期: 2016-11-24

基金项目: 国家重点基础研究发展计划项目(2015CB453303)、鳌山科技创新计划(2015ASKJ02)、公益性行业(农业)科研专项经费(201303050)和山东省泰山学者专项基金(2008-67)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: jin@ysfri.ac.cn

families, accounting for 30.70% of the total species. $TINCL_i$ were 1.85 species/genus and 4.30 species/family. Δ^+ and Λ^+ were 50.18 and 30.87, respectively. The relative richness index (R_r) of Penaeidae (100) was the highest, followed by Portunidae (71.43) and Palaemonidae (62.50). The relative richness index (R_r) of Pinnotheridae (6.25) was the lowest. The average taxonomic distinctness index (Δ^+) of crustaceans was less than that of fish in Yellow Sea and Bohai Sea ($P < 0.05$). The value of Δ^+ calculated by recent surveys was higher than the theoretical value and was within the 95% confidence intervals. This result shows that crustacean species in Yellow Sea and Bohai Sea were being intermediately disturbed.

Key words: crustaceans; inclusion index at taxonomic level ($TINCL_i$); average taxonomic distinctness index (Δ^+); variation in taxonomic distinctness (Λ^+); Yellow Sea and Bohai Sea

传统的生物多样性指数主要反映群落内的物种数目和物种间数量分布的均匀度(Magurran, 1988)。而除此之外,合适的生物多样性研究不仅应包括物种的数目及物种间的相对数量,还应考虑物种间的亲缘关系(Clarke & Warwick, 1998)。例如,由不同科物种构成的群落,其生物多样性显然应高于由同一属物种构成的群落。因此,要完整体现群落的生物多样性,应将其群落结构复杂性也考虑在内(Tilman et al, 1997),即将物种之间的分类距离纳入到生物多样性的计算中(Anand & Orloci, 1996)。此外,传统的生物多样性指数受样本大小、采样方法及环境类型的影响很大,但很多情况下不同区域或不同历史时期的取样性质不同,这就为传统生物多样性指数的应用带来了诸多困难(徐宾铎等, 2005)。20世纪90年代,分类多样性指数被用来度量和解释群落中种类间形态关系的差异,根据种类间分类关系的路径长度量化群落的分类多样性和分类差异性(Warwick & Clarke, 1995; Clarke & Warwick, 1998)。作为主要指标的平均分类差异指数(average taxonomic distinctness index, Δ^+)和分类差异变异指数(variation in taxonomic distinctness index, Λ^+),其平均值不依赖于取样大小和取样方法,这对开展不同区域、不同生境间和历史数据的对比研究,以及对取样性质未知或不一致情况下的研究具有重要意义(Clarke & Warwick, 1998)。

21世纪以来,国内学者将分类多样性指数广泛用于海洋鱼类(徐宾铎等, 2005, 2007; 张衡和陆健健, 2007; Shan et al, 2010; 胡成业等, 2015)、大型底栖动物(Leonard et al, 2006; Zhou et al, 2010, 2012; 曲方圆和于子山, 2010; 胡成业等, 2016)和桡足类(刘光兴等, 2010; 陈洪举和刘光兴, 2014)等生物群落的研究。目前,利用平均分类差异指数(Δ^+)和分类差异变异指数(Λ^+)分析海洋甲壳类生物多样性的研

究,国内还未见报道。渤海是中国的内海,是黄渤海主要渔业种类的产卵场和索饵场(金显仕, 2001),素有“黄渤海渔业摇篮”之称。黄海作为全球50个大海洋生态系之一,是我国重要的渔业水域(唐启升和苏纪兰, 2000),分布有烟威、石岛、海州湾、连青石、吕泗和大沙等众多渔场。本研究根据2010–2015年的调查数据,结合历史文献,建立了较为全面而系统的黄渤海甲壳类(甲壳动物亚门:软甲纲:十足目和口足目)物种总名录,并进一步推算了 Δ^+ 和 Λ^+ ;利用95%置信区间漏斗图分析了2010–2015年调查值与总名录理论值的差异,以期黄渤海甲壳类多样性的研究提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 数据来源

2010–2015年底拖网调查时间与区域范围见表1,调查站位见图1。其中黄海调查利用黄海水产研究所“北斗”号科研调查船,渤海调查利用双拖渔船,港湾调查利用单拖渔船。受调查船只限制,黄海调查未含9 m以内浅水域,渤海调查未含5 m以内浅水域,崂山湾等港湾调查未含3 m以内浅水域。种类鉴定主要参考《中国海洋生物图集 第六册》(黄宗国和林茂, 2012),现场无法鉴定的种类用福尔马林溶液浸泡带回实验室分析。根据鉴定结果,结合相关报道(张焕君等, 2014; 丛旭日等, 2015),获得黄渤海甲壳类物种的2010–2015年调查名录。在此调查物种名录的基础上,参考《中国海洋生物种类与分布》(黄宗国, 2008)和《中国海洋生物名录》(刘瑞玉, 2008)等,排除同物异名,建立了较为全面而系统的黄渤海甲壳类物种总名录。

1.2 研究方法

1.2.1 分类阶元包含指数

分类阶元包含指数(the inclusion index at taxo-

表1 2010–2015年黄渤海甲壳类底拖网调查
Table 1 Crustacean surveys by bottom trawl between 2010 and 2015 in Yellow Sea and Bohai Sea

海区 Sea area	调查年(次数): 月份 Year(Times): Month	调查范围 Survey district	站位数 Number of survey stations	备注 Remarks
渤海 Bohai Sea	2010 (2): 05, 10; 2012 (2): 06, 08; 2013 (4): 05, 06, 08, 10; 2014 (5): 02, 05, 06, 08, 10	渤海 Bohai Sea	50	本研究 This study
	2011 (7): 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11; 2012 (2): 03, 04	莱州湾 Laizhou Bay	18	本研究 This study
	2010 (2): 10, 12; 2011 (4): 05, 08, 10, 12; 2012 (2): 05, 08	莱州湾 Laizhou Bay	18	丛旭日等, 2015
	2012 (6): 05, 06, 07 (2), 08, 09	黄河口 Yellow River Estuary	15	张焕君等, 2014
		黄海东南部 Central and southern Yellow Sea	59	本研究 This study
黄海 Yellow Sea	2010 (1): 05; 2013(1): 05	黄海 Yellow Sea	75	本研究 This study
	2014 (2): 08, 10; 2015 (2): 01, 05	黄家塘湾、崂山湾 Huangjiatang Bay and Laoshan Bay	36	本研究 This study
	2014 (3): 05、08、10			

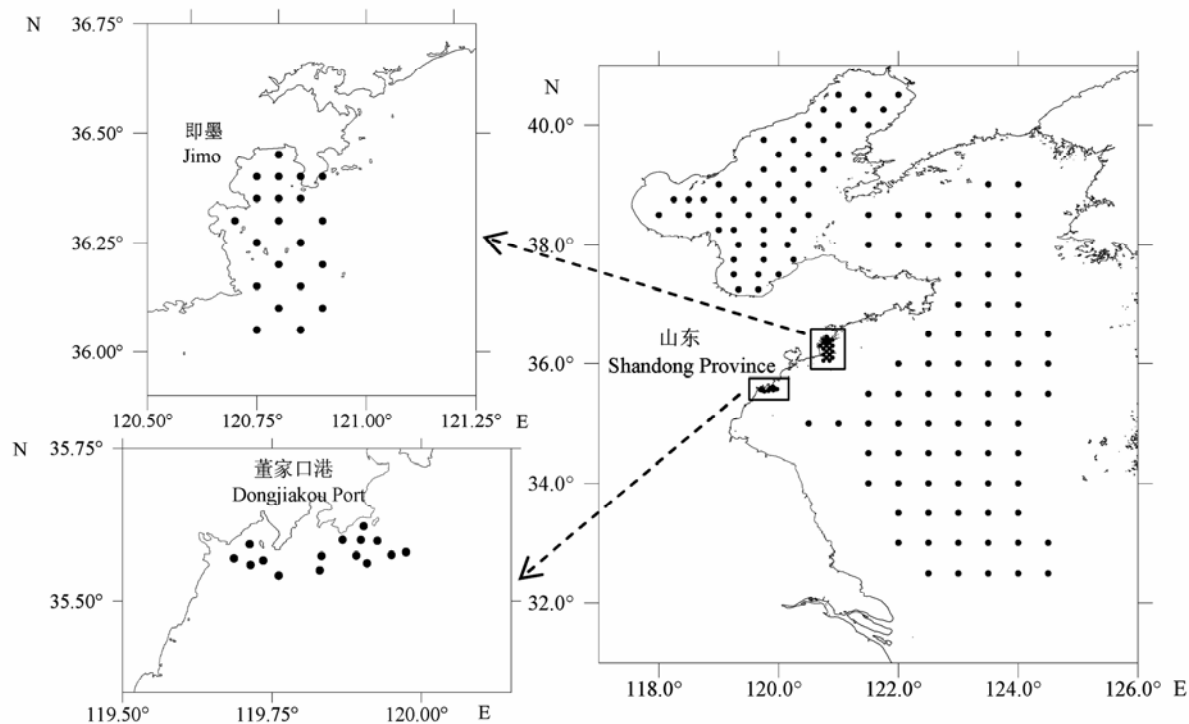


图1 2010–2015年黄渤海甲壳类调查站位(●)
Fig. 1 Survey stations for crustaceans between 2010 and 2015 in Yellow Sea and Bohai Sea

onomic level, $TINCL_i$)可以在各分类阶元上表征物种组成的多样性, 分析各阶元种类分布的集中程度, 解释物种之间的亲缘关系。 $TINCL_i$ 的计算公式为(李娜娜等, 2011):

$$TINCL_i = \frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^{N_i} C_{ki} \quad (k=i)$$

(1)

式中, N_i 表示第*i*级分类阶元的数目, C_{ki} 为第*i*个*k*级

分类阶元的数目。通过对比不同海区之间的 $TINCL_i$ 分析甲壳类分类组成差异。 $TINCL_i$ 值越大, 表示更多的种(属、科、目)级阶元类群数目归属于属(科、目、纲)级分类阶元的一个类群, 说明甲壳类在该分类阶元的种类分布越集中, 亲缘关系越近。反之, $TINCL_i$ 数值越小, 表明目(科、属)所包含的科(属、种)越少, 即甲壳类的种类分布越分散, 亲缘关系越远。

1.2.2 相对丰富度指数

采用Turner相对丰富度指数(R_r), 其计算公式为(胡成业等, 2015):

$$R_r = S_i \times 100/S \quad (2)$$

式中, S_i 为第*i*属(科、目)甲壳类种数, S 为该海域记录的相应的属(科、目)的种数。本研究统计了科级分类阶元的物种丰富度。

1.2.3 分类学多样性指数

平均分类差异指数(Δ^+)的计算公式(Clarke & Warwick, 1998):

$$\Delta^+ = (\sum \sum_{i < j} \omega_{ij}) / (S(S-1)/2) \quad (3)$$

分类差异变异指数(Λ^+)的计算公式(Warwick & Clarke, 1995):

$$\Lambda^+ = \sum \sum_{i < j} (\omega_{ij} - \Delta^+)^2 / (S(S-1)/2) \quad (4)$$

式中, S 为甲壳类物种数, ω_{ij} 为第*i*种与第*j*种在系统分类树中的路径长度。根据相关文献(徐宾铎等, 2005; 李凡等, 2015), 5个分类等级水平分别为: 种、属、科、目和纲, 不同等级间的权重值(ω_{ij})设为16.67, 即种间16.67、属间33.33, 依此类推直至门间100。根据黄渤海甲壳类物种的2010–2015年调查名录及总名录, 推算了平均分类差异指数(Δ^+)和分类差异变异指数(Λ^+)。

采用PRIMER 5.0软件进行数据分析。先通过Analyse下拉菜单下的TAXDTEST程序对目标区域的物种总名录进行随机抽样(程序中默认1,000次), 作出多样性值的95%置信区间漏斗图(95% probability funnels), 得到分类多样性的理论值, 将2010–2015年调查名录计算值叠加到漏斗图上, 如果调查值在95%置信区间内, 则接受零假设, 即调查值与理论值无显著差别; 反之, 则调查值与理论值有差别。

2 结果

2.1 种类及分类阶元组成

2010–2015年黄渤海调查共捕获甲壳类93种, 隶属于2目39科66属; 其中, 黄海有80种, 隶属于2目35科57属; 渤海有46种, 隶属于2目26科40属。黄渤海甲壳类分类阶元包含指数($TINCL_i$)分别为1.41种/属和2.38种/科。黄海 $TINCL_i$ 分别为1.40种/属和2.29种/科; 渤海 $TINCL_i$ 分别为1.15种/属和1.77种/科

(表2)。

据文献记载, 黄渤海甲壳类共218种。结合2010–2015年的调查, 得到黄渤海甲壳类总名录, 共计228种, 隶属于1纲2目53科123属, 除口虾蛄(*Oratosquilla oratoria*)等6种隶属于十足目外, 其余222种均隶属于十足目(附录1)。按海区来分, 黄海甲壳类共226种, 隶属于2目53科123属; 渤海甲壳类共119种, 隶属于2目40科73属(表2)。黄渤海分类阶元包含指数分别为1.85种/属和4.30种/科。按海区来看, 黄海 $TINCL_i$ 较高, 分别为1.84种/属和4.26种/科; 渤海 $TINCL_i$ 较低, 分别为1.63种/属和2.98种/科(表2)。

2010–2015年间的调查于黄渤海采集到10个新分布种, 即假长缝拟对虾(*Parapenaeus fissuroides*)、细指异对虾(*Atypopenaeus stenodactylus*)、日本单肢虾(*Sicyonia japonica*)、长额拟鞭腕虾(*Exhippolysmata ensirostris*)、镰虾一种(*Glyphocrangon* sp.)、条纹长臂虾(*Palaemon paucidens*)、太平玻璃虾(*Pasiphaea pacifica*)、哈氏秀阿蛄虾(*Calocarides habereri*)、长手隆背蟹(*Carcinoplax longimana*)和武士螯(*Charybdis miles*)。具体到海区, 渤海新增分布种3个, 包括周氏新对虾(*Metapenaeus joyneri*)、绒毛细足蟹(*Raphidopus ciliates*)和裸盲蟹(*Typhlocarcinus nudus*); 黄海新增分布种11个, 包括凡纳滨对虾(*Litopenaeus vannamei*)、假长缝拟对虾、细指异对虾、日本单肢虾、长额拟鞭腕虾、镰虾一种、条纹长臂虾、太平玻璃虾、哈氏秀阿蛄虾、长手隆背蟹和武士螯。

2.2 优势类别及其相对丰富度

2010–2015年黄渤海甲壳类调查名录中, 对虾科、藻虾科、长臂虾科、梭子蟹科和弓蟹科包含种类较多(共36种), 占总种类数的38.71%; 其中, 黄海以对虾科、藻虾科、梭子蟹科、长臂虾科和鼓虾科(除鼓虾科外, 玻璃虾科、长额虾科、褐虾科、长臂虾科、弓蟹科和大眼蟹科也各包含3个种)占优, 5个科共包含33种, 占总种类数的41.25%; 渤海以对虾科、藻虾科、弓蟹科、鼓虾科和梭子蟹科占优, 5个科共包含19种, 占总种类数的41.30%(表3)。

黄渤海甲壳类总名录中, 以科为分类阶元进行优势类别统计, 前5个科分别是藻虾科(18种, 7.89%)、豆蟹科(16种, 7.02%)、对虾科(13种, 5.70%)、弓蟹科(12种, 5.26%)和鼓虾科(11种, 4.82%), 5个科共包含70种, 占总种类数的30.70%, 其余48科所含

表2 黄渤海甲壳类分类阶元组成及分类阶元包含指数
Table 2 Taxonomic level composition and the inclusion index at taxonomic level ($TINCL_i$) of crustaceans in Yellow Sea and Bohai Sea

		种/科 Species/ Family	种/属 Species/ Genus	分类阶元数 Number of taxa					
				种 Species	属 Genus	科 Family	目 Order	纲 Class	
2010–2015年调查物种 and 2015		Species caught between 2010							
黄海	Yellow Sea	2.29	1.40	80	57	35	2	1	
渤海	Bohai Sea	1.77	1.15	46	40	26	2	1	
黄渤海	Yellow Sea and Bohai Sea	2.38	1.41	93	66	39	2	1	
总名录		Total species list							
黄海	Yellow Sea	4.26	1.84	226	123	53	2	1	
渤海	Bohai Sea	2.98	1.63	119	73	40	2	1	
黄渤海	Yellow Sea and Bohai Sea	4.30	1.85	228	123	53	2	1	

表3 黄渤海甲壳类优势科(前5位)包含的种类数及其所占百分比
Table 3 Species number and its percentage of dominant families of crustaceans in Yellow Sea and Bohai Sea

	2010–2015年调查物种 Species caught between 2010 and 2015			总名录 Total species list			相对丰富度(黄渤海调查物种/黄渤海总名录) Relative richness(Species caught/Total species list in Yellow Sea and Bohai Sea)
	黄海 Yellow Sea	渤海 Bohai Sea	黄渤海 Yellow Sea and Bohai Sea	黄海 Yellow Sea	渤海 Bohai Sea	黄渤海 Yellow Sea and Bohai Sea	
对虾科 Penaeidae	13 (16.25%)	5 (10.87%)	13 (13.98%)	13 (5.75%)		13 (5.70%)	100.00
藻虾科 Hippolytidae	8 (10.00%)	4 (8.70%)	8 (8.60%)	18 (7.96%)	7 (5.88%)	18 (7.89%)	44.44
长臂虾科 Palaemonidae	4 (5.00%)		5 (5.38%)		7 (5.88%)		62.50
鼓虾科 Alpheidae	3 (3.75%)	3 (6.52%)		10 (4.42%)	8 (6.72%)	11 (4.82%)	36.36
梭子蟹科 Portunidae	5 (6.25%)	3 (6.52%)	5 (5.38%)				71.43
弓蟹科 Varunidae		4 (8.70%)	5 (5.38%)	5 (2.21%)		12 (5.26%)	41.67
豆蟹科 Pinnotheridae				16 (7.08%)		16 (7.02%)	6.25
大眼蟹科 Macrophthalmidae					8 (6.72%)		50.00
玉蟹科 Leucosiidae					6 (5.04%)		37.5

种类均不足10种。按海区来分, 黄海以藻虾科、豆蟹科、对虾科、鼓虾科和弓蟹科占优, 5个科共包含62种, 占总种类数的27.43%; 渤海以鼓虾科、大眼蟹科、藻虾科、长臂虾科和玉蟹科占优, 5个科共包含36种, 占总种类数的30.25% (表3)。

黄渤海甲壳类优势科的相对丰富度指数(R_r)中, 对虾科的 R_r 值最高, 为100; 其次是梭子蟹科(71.43); 再次是长臂虾科(62.5), 豆蟹科的 R_r 值最低(6.25) (表3)。

根据黄渤海甲壳类总名录, 计算得到平均分类差异指数(Δ^+)和分类差异变异指数(Λ^+)的理论值(图2)。黄渤海甲壳类的 Δ^+ 和 Λ^+ 分别为50.18和30.87; 按海区, 黄海甲壳类的 Δ^+ 和 Λ^+ 分别为50.19和30.84, 渤海甲壳类的 Δ^+ 和 Λ^+ 分别为49.50和24.50。

根据2010–2015年调查名录, 黄渤海甲壳类的 Δ^+ 和 Λ^+ 分别为50.25和35.20; 按海区, 黄海甲壳类

的 Δ^+ 和 Λ^+ 分别为50.32和39.46, 渤海甲壳类的 Δ^+ 和 Λ^+ 分别为50.06和26.83。将2010–2015年调查的分类多样性指数计算值叠加到总名录的95%置信区间漏斗图, 黄渤海甲壳类 Δ^+ 和 Λ^+ 的调查值分别接近或高于由总名录得出的理论值, 且均在理论值的95%置信区间内。按海区, 无论黄海还是渤海, Δ^+ 和 Λ^+ 的调查值均高于理论值, 且均在理论值的95%置信区间内(图3)。

3 讨论

本文以传统渔业资源中的“虾蟹类”为研究对象, 包括甲壳类软甲纲中的十足目与口足目。本研究中, 渤海新增分布种3个, 文献记载这3种均分布于黄海及其以南水域(黄宗国, 2008; 刘瑞玉, 2008); 黄海新增分布种11个, 文献记载这些种类均分布于东海及其以南水域(黄宗国, 2008; 刘瑞玉, 2008)。

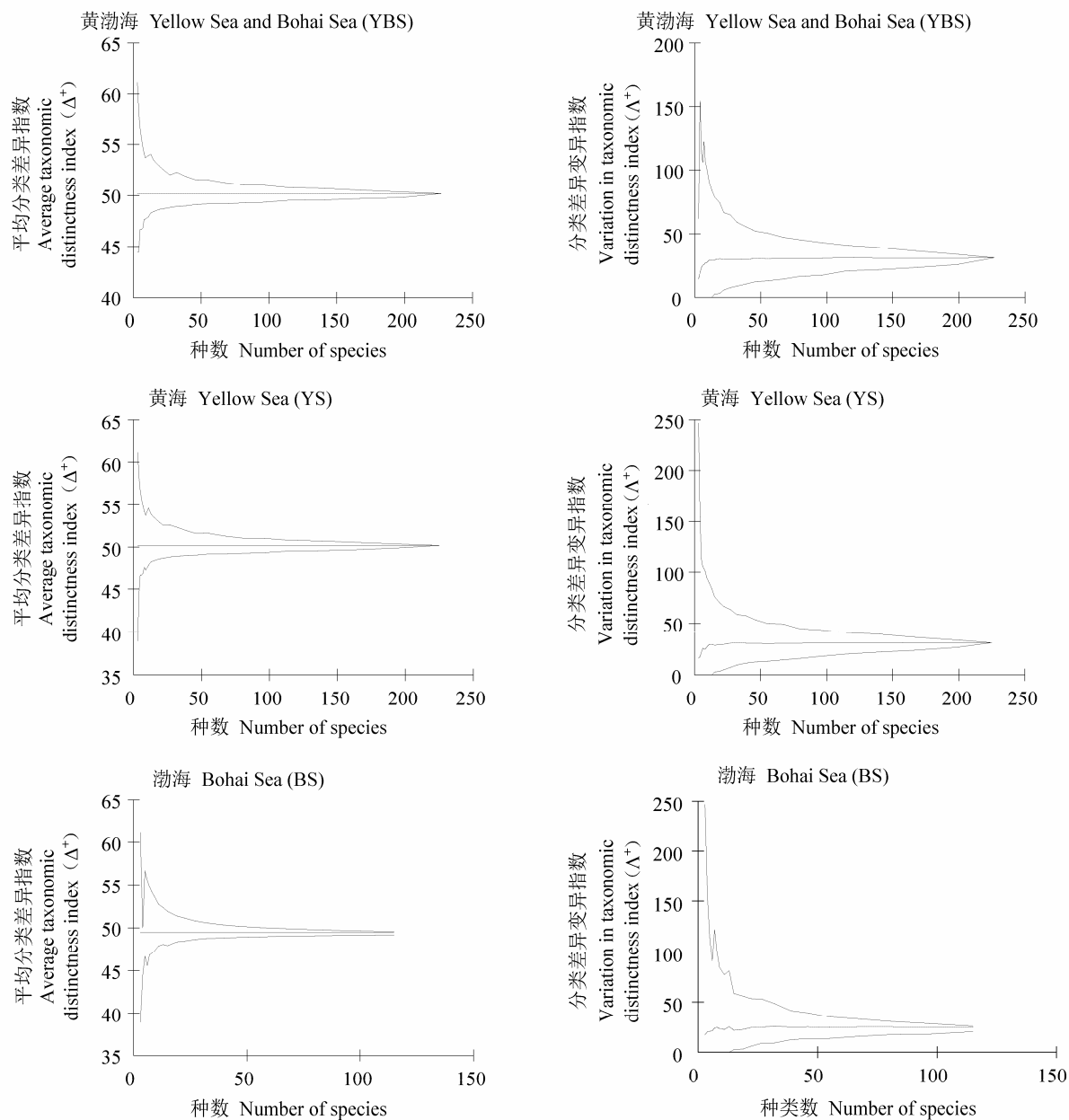


图2 基于总名录的黄渤海甲壳类平均分类差异指数(Δ^+)和分类差异变异指数(Λ^+)
Fig. 2 Average taxonomic distinctness index (Δ^+) and variation in taxonomic distinctness index (Λ^+) of crustaceans in Yellow Sea and Bohai Sea based on the total species list

本研究结果对以上新采集种的分布范围进行了补充。据报道,近30年来中国沿海海洋表面温度上升了 0.9°C (杜建国等, 2012), 这导致热带或亚热带种类向温带水域迁移, 如台湾海峡和北部湾都有热带暖水性鱼类新记录种出现(陈宝红等, 2009; 黄梓荣和王跃中, 2009)。本研究中原本分布于东海以南水域的10个甲壳类物种出现在黄渤海水域, 其分布范

围的北扩可能也和全球气候变化引起的海水温度升高有关。

目前, 关于黄渤海甲壳类分类多样性的研究还未见报道。徐宾铎等(2005)曾推算了黄渤海鱼类的等级多样性, 得出鱼类平均分类差异指数(Δ^+)的理论平均值为77.7。本研究采用了相同的计算权重, 得出黄渤海甲壳类 Δ^+ 为50.18。甲壳类的 Δ^+ 值明显小

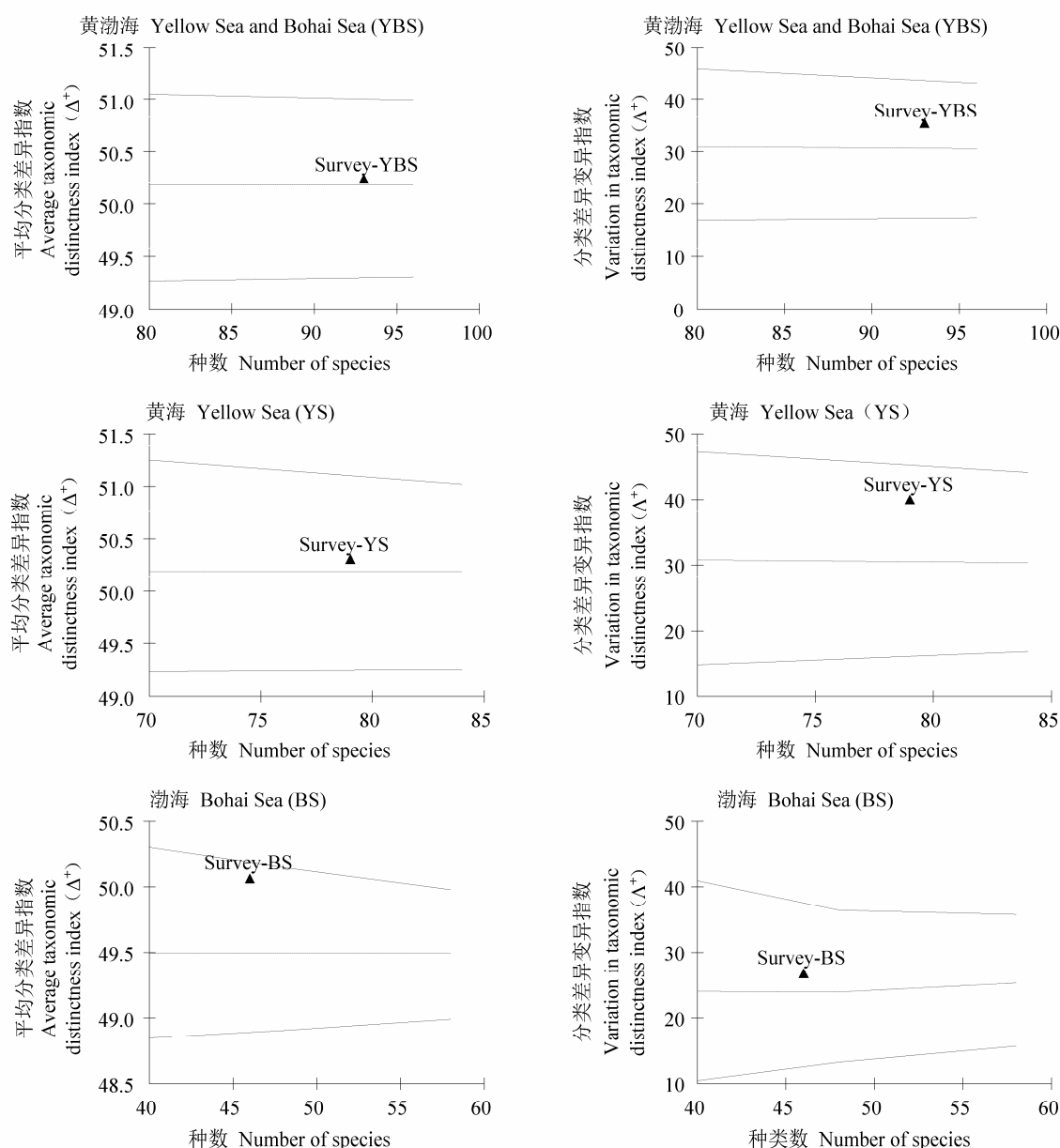


图3 黄渤海甲壳类平均分类差异指数(Δ^+)及分类差异变异指数(Δ^+)的95%置信区间漏斗图

Fig. 3 95% confidence intervals of average taxonomic distinctness index and variation in taxonomic distinctness index of crustaceans in Yellow Sea and Bohai Sea

于鱼类,原因是黄渤海379种鱼类隶属于3纲36目129科264属(徐宾铎等, 2005),而228种甲壳类仅隶属于1纲2目53科123属(除口虾蛄等6种十足类外,其他222种均隶属于十足目)。随机选择的任意两个甲壳类物种之间的平均分类等级路径长度(Δ^+ 值)显然要小于随机选择的任意两个鱼类物种,即黄渤海甲壳类物种之间的亲缘关系比鱼类的更近。

2010–2015年的物种名录汇总了来自黄渤海水

域45个航次的调查结果。受调查船只吃水深度所限,调查范围均未包含潮间带等近岸水域。其中,渤海大面调查未含5 m以内浅水域,黄海大面调查未含9 m以内浅水域,莱州湾、黄河口、黄岛及崂山近岸调查未含3 m以内浅水域。因此,栖息于潮间带等浅水区的豆蟹科等小型甲壳类^①,被捕获的几率大大

① 蒋维 (2006) 中国海豆蟹科 Family Pinnotheridae 分类学研究. 硕士学位论文, 中国科学院海洋研究所, 山东青岛。

降低。本研究结果也证实了这点, 豆蟹科的相对丰富度指数(R_r)仅为6.25, 明显小于对虾科的100和梭子蟹科的71.43。

Warwick和Clarke (1995, 1998)曾指出受到污染的海区其分类多样性指数低于未受污染的海区, 这是由于底栖动物群落在未受到扰动时, 通常包含不同门类, 受到扰动或污染后, 最先消失的通常是个体数较少的门类, 这就导致了平均分类距离的下降, 即 Δ^+ 值减小。本研究中的 Δ^+ 调查值渤海(49.50)小于黄海(50.19), 这与渤海污染程度较高、捕捞压力大的现实相吻合。

将平均分类差异指数的调查计算值叠加到总名录的95%置信漏斗图中, 可以分析出其偏离总名录等级多样性理论平均值的程度, 进而探讨其变化特征(Clarke & Warwick, 1998)。本研究中, 黄渤海甲壳类 Δ^+ 的调查值在理论值的95%置信区间内, 说明调查值与理论值无显著差别。根据Mouillot等(2005)和曲方圆等(2010): 对于受到中度扰动的底栖生物群落, 其分类差异变异指数(Λ^+)高于理论平均值, 本研究中黄渤海甲壳类2010–2015年调查的 Λ^+ 计算值高于理论值, 由此推测黄渤海的甲壳类物种正遭受中等程度的干扰。然而, 需要指出的是, 本研究中, 2010–2015年调查的分类多样性指数(Δ^+ 和 Λ^+)的计算均是根据45个航次调查捕获的物种总名录, 这可能导致计算得出的调查值高于真实值, 如果根据具体某个航次调查的物种名录(李凡等, 2015), 则可能会得出不同的研究结果。

参考文献

- Anand M, Orlocci L (1996) Complexity in plant communities: the notion and quantification. *Journal of Theoretical Biology*, 179, 179–186.
- Chen BH, Zhou QL, Yang SY (2009) Impacts of climate changes on marine biodiversity. *Journal of Oceanography in Taiwan Strait*, 28, 437–444. (in Chinese with English abstract) [陈宝红, 周秋麟, 杨圣云 (2009) 气候变化对海洋生物多样性的影响. 台湾海峡, 28, 437–444.]
- Chen HJ, Liu GX (2014) Study on taxonomic diversity of pelagic copepods in the Changjiang River estuary and its adjacent waters. *Periodical of Ocean University of China (Natural Science)*, 44(12), 90–96. (in Chinese with English abstract) [陈洪举, 刘光兴 (2014) 长江口及邻近海域浮游桡足类分类多样性研究. 中国海洋大学学报(自然科学版), 44(12), 90–96.]
- Clarke KR, Warwick RM (1998) A taxonomic distinctness index and its statistical properties. *Journal of Applied Ecology*, 35, 523–531.
- Cong XR, Li F, Lü ZB, Gao YJ, Ren ZH, Chen JQ (2015) Community structure of crab in Laizhou Bay. *Marine Fisheries*, 37, 419–426. (in Chinese with English abstract) [丛旭日, 李凡, 吕振波, 高彦洁, 任中华, 陈建强 (2015) 莱州湾蟹类的群落结构. 海洋渔业, 37, 419–426.]
- Du JG, Cheung WWL, Chen B, Zhou QL, Yang SY, Ye GQ (2012) Progress and prospect of climate change and marine biodiversity. *Biodiversity Science*, 20, 745–754. (in Chinese with English abstract) [杜建国, Cheung WWL, 陈彬, 周秋麟, 杨圣云, Guanqiong Ye (2012) 气候变化与海洋生物多样性关系研究进展. 生物多样性, 20, 745–754.]
- Hu CY, Du X, Shui YY, Shui BN (2016) Taxonomic diversity of macrobenthos species of intertidal zone in six important islands of Zhejiang. *Journal of Fishery Sciences of China*, 23, 458–468. (in Chinese with English abstract) [胡成业, 杜肖, 水玉跃, 水柏年 (2016) 浙江6个列岛潮间带大型底栖动物分类多样性. 中国水产科学, 23, 458–468.]
- Hu CY, Xu H, Shui BN, Han ZQ, Du X, Wang FL, Zheng W, Li L (2015) Taxonomic diversity of fish species in Tangshan Bay, the Bohai Sea. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 39, 608–614. (in Chinese with English abstract) [胡成业, 徐衡, 水柏年, 韩志强, 杜肖, 王凤丽, 郑伟, 李良 (2015) 唐山湾海域鱼类分类多样性研究. 水生生物学报, 39, 608–614.]
- Huang ZG (2008) *Marine Species and Their Distribution in China*. China Ocean Press, Beijing. (in Chinese) [黄宗国 (2008) 中国海洋生物种类与分布. 海洋出版社, 北京.]
- Huang ZG, Lin M (2012) *An Illustrated Guide to Species in China's Sea (Part II), Vol.6*. China Ocean Press, Beijing. (in Chinese) [黄宗国, 林茂 (2012) 中国海洋生物图集. 下卷(第六册). 海洋出版社, 北京.]
- Huang ZR, Wang YZ (2009) *Nemipterus mesoprion* (Bleeker, 1853) appeared in Beibu Bay and its morphologic character. *Journal of Oceanography in Taiwan Strait*, 28, 516–519. (in Chinese with English abstract) [黄梓荣, 王跃中 (2009) 北部湾出现苏门答腊金线鱼及其形态特征. 台湾海峡, 28, 516–519.]
- Jin XS (2001) The dynamics of major fishery resources in the Bohai Sea. *Journal of Fishery Sciences of China*, 7(4), 22–26. (in Chinese with English abstract) [金显仕 (2001) 渤海主要渔业生物资源变动的研究. 中国水产科学, 7(4), 22–26.]
- Leonard DRP, Clarke KR, Somerfield PJ, Warwick RM (2006) The application of an indicator based on taxonomic distinctness for UK marine biodiversity assessments. *Journal of Environmental Management*, 78, 52–62.
- Li F, Zhou X, Zhang L, Ren ZH, Lü ZB (2015) Taxonomic diversity of fish assemblages in coastal waters off Shandong. *Acta Ecologica Sinica*, 35, 2322–2330. (in Chinese with English abstract) [李凡, 周兴, 张岚, 任中华, 吕振波 (2015) 山东近海鱼类群落分类多样性. 生态学报, 35, 2322–2330.]

- Li NN, Dong LN, Li YZ, Ai H, Li X, Chen BG, Shi YR (2011) Taxonomic diversity of fish species in the Daya Bay, the South China Sea. *Journal of Fisheries of China*, 35, 863–870. (in Chinese with English abstract) [李娜娜, 董丽娜, 李永振, 艾红, 李夏, 陈宝国, 史赞荣 (2011) 大亚湾海域鱼类分类多样性研究. *水产学报*, 35, 863–870.]
- Liu GX, Jiang Q, Zhu YZ, Chen HJ (2010) The taxonomic diversity of planktonic copepods in the North Yellow Sea. *Periodical of Ocean University of China (Natural Science)*, 40(12), 89–96. (in Chinese with English abstract) [刘光兴, 姜强, 朱延忠, 陈洪举 (2010) 北黄海浮游桡足类分类多样性研究. *中国海洋大学学报(自然科学版)*, 40(12), 89–96.]
- 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.]
- Magurran AE (1988) *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press, New Jersey.
- Mouillot D, Laune J, Tomasini JA, Aliaume C, Brehmer P, Dutrieux E, Do Chi T (2005) Taxonomic diversity of fish, zoobenthic and macrophyte communities along an eutrophication gradient in Mediterranean coastal lagoons. *Hydrobiologia*, 550, 121–130.
- Qu FY, Yu ZS (2010) The application of taxonomic diversity in macrobenthic ecology: taking Yellow Sea for example. *Biodiversity Science*, 18, 155–160. (in Chinese with English abstract) [曲方圆, 于子山 (2010) 分类多样性在大型底栖动物生态学方面的应用: 以黄海海底栖动物为例. *生物多样性*, 18, 155–160.]
- Shan XJ, Jin XS, Yuan W (2010) Taxonomic diversity of fish assemblages in the Changjiang Estuary and its adjacent waters. *Acta Oceanologica Sinica*, 29(2), 70–80.
- Tang QS, Su JL (2000) Study on Ecosystem Dynamics in Coastal Ocean. I. Key Scientific Issues and Research on Development Strategy. Science Press, Beijing. (in Chinese) [唐启升, 苏纪兰 (2000) 中国海洋生态系统动力学研究. I. 关键科学问题与研究发展战略. 科学出版社, 北京.]
- Tilman D, Knops J, Wedin D, Reich P, Ritchie M, Siemann E (1997) The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science*, 277, 1300–1302.
- Warwick RM, Clarke KR (1995) New 'biodiversity' measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. *Marine Ecology Progress Series*, 129, 301–305.
- Warwick RM, Clarke KR (1998) Taxonomic distinctness and environmental assessment. *Journal of Applied Ecology*, 35, 532–543.
- Xu BD, Jin XS, Liang ZL (2005) Calculation of hierarchical diversity of fish in the Huanghai and Bohai Seas. *Periodical of Ocean University of China (Natural Science)*, 35(1), 25–28. (in Chinese with English abstract) [徐宾铎, 金显仕, 梁振林 (2005) 对黄、渤海鱼类等级多样性的推算. *中国海洋大学学报(自然科学版)*, 35(1), 25–28.]
- Xu BD, Ren YP, Ye ZJ, Zeng XQ (2007) The taxonomic diversity of fish community in the coastal waters of Qingdao. *Periodical of Ocean University of China (Natural Science)*, 37, 907–910. (in Chinese with English abstract) [徐宾铎, 任一平, 叶振江, 曾晓起 (2007) 青岛近海鱼类群落分类多样性. *中国海洋大学学报(自然科学版)*, 37, 907–910.]
- Zhang HJ, Li F, Cong RX, Cong XR, Ren ZH, Lü ZB (2014) Community structure of invertebrate and its change in Huanghe (Yellow River) Estuary. *Journal of Fishery Sciences of China*, 21, 800–809. (in Chinese with English abstract) [张焕君, 李凡, 丛日翔, 丛旭日, 任中华, 吕振波 (2014) 黄河口海域无脊椎动物群落结构及其变化. *中国水产科学*, 21, 800–809.]
- Zhang H, Lu JJ (2007) Calculation of the taxonomic diversity of fish communities in the Yangtze River Estuary. *Journal of East China Normal University (Natural Science)*, (2), 11–22. (in Chinese with English abstract) [张衡, 陆健健 (2007) 鱼类分类多样性估算方法在长江河口区的应用. *华东师范大学学报(自然科学版)*, (2), 11–22.]
- Zhou H, Hua E, Zhang ZN (2010) Taxonomic distinctness of macrofauna as an ecological indicator in Laizhou Bay and adjacent waters. *Journal of Ocean University of China*, 9, 350–358.
- Zhou H, Zhang ZN, Liu XS, Hua E (2012) Decadal change in sublittoral macrofaunal biodiversity in the Bohai Sea, China. *Marine Pollution Bulletin*, 64, 2364–2373.

(责任编辑: 李新正 责任编辑: 闫文杰)

附录 Supplementary Material

附录1 黄渤海甲壳类(甲壳动物亚门: 软甲纲: 十足目与口足目)物种名录

Appendix 1 Species list of crustaceans (Crustacea, Malacostraca, Decapoda and Stomatopoda) in Yellow Sea and Bohai Sea
<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2016250-1.pdf>

吴强, 李忠义, 戴芳群, 陈瑞盛, 王俊, 单秀娟, 金显仕. 黄渤海甲壳类的分类多样性. 生物多样性, 2016, **24** (11): 1306–1314.
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2016250>

附录1 黄渤海甲壳类(甲壳动物亚门: 软甲纲: 十足目与口足目)物种名录
Appendix 1 Species list of crustaceans (Crustacea, Malacostraca, Decapoda and Stomatopoda) in Yellow Sea and Bohai Sea

目 Order	科 Family	属 Genus	种 Species	渤海 Bohai Sea	黄海 Yellow Sea
十足目 Decapoda	对虾科 Penaeidae	明对虾属	中国明对虾 <i>Fenneropenaeus chinensis</i>	+	+
		<i>Fenneropenaeus</i>			
		滨对虾属 <i>Litopenaeus</i>	凡纳滨对虾 <i>Litopenaeus vannamei</i>	+	*▲
			细角滨对虾 <i>Litopenaeus stylirostris</i>		+
		囊对虾属 <i>Marsupenaeus</i>	日本囊对虾 <i>Marsupenaeus japonicus</i>	+	+
		赤虾属 <i>Metapenaeopsis</i>	戴氏赤虾 <i>Metapenaeopsis dalei</i>		+
		新对虾属 <i>Metapenaeus</i>	周氏新对虾 <i>Metapenaeus joyneri</i>	*▲	+
			刀额新对虾 <i>Metapenaeus ensis</i>		+
		长眼对虾属 <i>Miyadiella</i>	长眼对虾 <i>Miyadiella podophthalmus</i>		+
		仿对虾属	细巧仿对虾 <i>Parapenaeopsis tenella</i>		+
		<i>Parapenaeopsis</i>			
			哈氏仿对虾 <i>Parapenaeopsis hardwicki</i>		+
		拟对虾 <i>Parapenaeus</i>	假长缝拟对虾 <i>Parapenaeus fissuroides</i>		*▲
		鹰爪虾属 <i>Trachypenaeus</i>	鹰爪虾 <i>Trachypenaeus curvirostris</i>	+	+
		异对虾属 <i>Atypopenaeus</i>	细指导对虾 <i>Atypopenaeus stenodactylus</i>		*▲
	单肢虾科 Sicyonidae	单肢虾属 <i>Sicyonia</i>	日本单肢虾 <i>Sicyonia japonica</i>		*▲
	管鞭虾科 Solenoceridae	管鞭虾属 <i>Solenocera</i>	中华管鞭虾 <i>Solenocera crassicomis</i>		+
	莹虾科 Lueiferidae	莹虾属 <i>Lucifer</i>	间型莹虾 <i>Lucifer intermedius</i>		+
			费氏莹虾 <i>Lucifer faxoni</i>		+
			汉森莹虾 <i>Lucifer hanseni</i>		+
			东方莹虾 <i>Lucifer orientalis</i>		+
			正型莹虾 <i>Lucifer typus</i>		+
			刷状莹虾 <i>Lucifer penicillifer</i>		+
	樱虾科 Sergestidae	毛虾属 <i>Acetes</i>	中国毛虾 <i>Acetes chinensis</i>	+	+
			日本毛虾 <i>Acetes japonicus</i>		+
	鼓虾科 Alpheidae	鼓虾属 <i>Alpheus</i>	短脊鼓虾 <i>Alpheus brevirostratus</i>	+	+
			双凹鼓虾 <i>Alpheus bisinensis</i>	+	+
			鲜明鼓虾 <i>Alpheus distinguendus</i>	+	+
			日本鼓虾 <i>Alpheus japonicus</i>	+	+

吴强, 李忠义, 戴芳群, 陈瑞盛, 王俊, 单秀娟, 金显仕. 黄渤海甲壳类的分类多样性. 生物多样性, 2016, **24** (11): 1306–1314.
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2016250>

目 Order	科 Family	属 Genus	种 Species	渤海 Bohai Sea	黄海 Yellow Sea
藻虾科 Hippolytidae		角鼓虾属 <i>Athanas</i>	刺螯鼓虾 <i>Alpheus hoplocheles</i>	+	+
			太平鼓虾 <i>Alpheus pacificus</i>	+	
			异形角鼓虾 <i>Athanas dimorphus</i>	+	+
			日本角鼓虾 <i>Athanas japonicus</i>	+	+
			大岛角鼓虾 <i>Athanas ohsimai</i>		+
			虾蛄角鼓虾 <i>Athanas squillophilus</i>		+
			无刺鞭尾虾 <i>Stenalpheops anacanthus</i>		+
		毕如虾属 <i>Birulia</i>	岸上毕如虾 <i>Birulia Branikov</i>		+*
			细额安乐虾 <i>Eualus gracilirostris</i>		+
		安乐虾属 <i>Eualus</i>	狭额安乐虾 <i>Eualus leptognathus</i>	+	+
			中华安乐虾 <i>Eualus sinensis</i>		+*
			匙额安乐虾 <i>Eualus spathulirostris</i>		+*
		七腕虾属 <i>Heptacarpus</i>	长足七腕虾 <i>Heptacarpus futilirostris</i>	+*	+*
			勘察加七腕虾 <i>Heptacarpus camtschaticus</i>		+
			屈腹七腕虾 <i>Heptacarpus geniculatus</i>		+
			长额七腕虾 <i>Heptacarpus pandaloides</i>		+
			直额七腕虾 <i>Heptacarpus rectirostris</i>	+	+
		深额虾属 <i>Latreutes</i>	刀形深额虾 <i>Latreutes laminirostris</i>	+	+
			水母深额虾 <i>Latreutes anoplonyx</i>	+*	+*
			疣背深额虾 <i>Latreutes planirostris</i>	+*	+*
			莱伯虾属 <i>Lebbeus</i>		+
		鞭腕虾属 <i>Lysmata</i>	红条鞭腕虾 <i>Lysmata vittata</i>	+*	+*
		拟鞭腕虾属 <i>Exhippolysmata</i>	长额拟鞭腕虾 <i>Exhippolysmata ensirostris</i>		*▲
		弯虾属 <i>Spirontocaris</i>	栉弯虾 <i>Spirontocaris pencitiniifera</i>		+
			粗额弯虾 <i>Spirontocaris crassirostris</i>		+
	长眼虾科 Ogyrididae	长眼虾属 <i>Ogyrides</i>	东方长眼虾 <i>Ogyrides orientalis</i>	+	+
			纹尾长眼虾 <i>Ogyrides striaticauda</i>		+

目 Order	科 Family	属 Genus	种 Species	渤海 Bohai Sea	黄海 Yellow Sea
褐虾科 Crangonidae	褐虾属 <i>Crangon</i>	脊腹褐虾 <i>Crangon affinis</i>			+*
			圆腹褐虾 <i>Crango cassiope</i>		+
			日本褐虾 <i>Crangon hakodatei</i>	+	+*
			黄海褐虾 <i>Crangon uritai</i>	+	+
			窄尾合褐虾 <i>Syncrangon angusticauda</i>		+
			中华后褐虾 <i>Metacrangon sinensis</i>		+
			拟褐虾属 <i>Paracrangon</i>		+
			日本拟褐虾 <i>Paracrangon abei</i>		+
			双刺南褐虾 <i>Philocheras bidentatus</i>		+
			镰虾科 Glyphocrangonidae		*▲
			镰虾属 <i>Glyphocrangon</i>		
			安氏白虾 <i>Exopalaemon annandalei</i>	+	+*
			脊尾白虾 <i>Exopalaemon carinicauda</i>	+	+
			长臂虾属 <i>Palaemon</i>		
			葛氏长臂虾 <i>Palaemon gravieri</i>	+	+*
			敖氏长臂虾 <i>Palaemon ortmanni</i>	+	+
			巨指长臂虾 <i>Palaemon macrodactylus</i>	+	+
			细指长臂虾 <i>Palaemon tenuidactylus</i>	+	+
			锯齿长臂虾 <i>Palaemon serrifer</i>	+	+*
			条纹长臂虾 <i>Palaemon paucidens</i>		*▲
长额虾科 Pandalidae	长额虾属 <i>Pandalus</i>	纤细长额虾 <i>Pandalus gracilis</i>		+	+
			北方长额虾 <i>Pandaius borealis</i>		+
			红虾属 <i>Plesionika</i>		
			东海红虾 <i>Plesionika izumiae</i>		+*
			半滑红虾 <i>Plesionika semilaevis</i>		+*
			单刺红虾 <i>Plesionika unidens</i>		+*
			等腕虾属 <i>Heterocarpoides</i>		+
			滑脊等腕虾 <i>Heterocarpoides laeovicarina</i>		
			细螯虾属 <i>Leptochela</i>		
			细螯虾 <i>Leptochela gracilis</i>	+	+*
玻璃虾科 Pasiphaeidae	玻璃虾属 <i>Pasiphaea</i>	海南细螯虾 <i>Leptochela hainanensis</i>		+	+*
			太平玻璃虾 <i>Pasiphaea pacifica</i>		*▲
			哈氏和美虾 <i>Nihonotrypaea hammandi</i>	+	+*
			扁尾和美虾 <i>Nihonotrypaea petalura</i>		+
美人虾科 Callinassidae	和美虾属 <i>Nihonotrypaea</i>	日本和美虾 <i>Nihonotrypaea japonica</i>		+	+*

目 Order	科 Family	属 Genus	种 Species	渤海 Bohai Sea	黄海 Yellow Sea
	泥虾科 Laomediidae	泥虾属 <i>Laomedia</i>	泥虾 <i>Laomedia astacina</i>		+
	海螯虾科 Nephropidae	后海螯虾属 <i>Metanephrops</i>	红斑后海螯虾 <i>Metanephrops thomsoni</i>		+
	螯蛄虾科 Upogebiidae	螯蛄虾属 <i>Upogebia</i>	大螯蛄虾 <i>Upogebia major</i>	+	+
			黄海螯蛄虾 <i>Upogebia imperfecta</i>		+
			伊塞夫螯蛄虾 <i>Upogebia issaeffi</i>		+
			沈氏螯蛄虾 <i>Upogebia shenchiajuii</i>		+
			伍氏螯蛄虾 <i>Upogebia wuhsienweni</i>	+	+
			刺螯螯蛄虾 <i>Upogebia acanthocheia</i>		+
	阿蛄虾科 Axiidae	秀阿蛄虾属 <i>Calocarides</i>	哈氏秀阿蛄虾 <i>Calocarides haberi</i>		*▲
	眉足蟹科 Blepharipodidae	眉足蟹属 <i>Blepharipoda</i>	解放眉足蟹 <i>Blepharipoda liberate</i>		+
		管鞭蟹属 <i>Lophomastix</i>	日本管鞭蟹 <i>Lophomastix japonica</i>		+
	瓷蟹科 Porcellanidae	岩瓷蟹属 <i>Petrolisthes</i>	日本岩瓷蟹 <i>Petrolisthes japonicus</i>		+
		豆瓷蟹属 <i>Pisidia</i>	锯额豆磁蟹 <i>Pisidia serratifrons</i>	+	+
		瓷蟹属 <i>Lithodes</i>	美丽瓷蟹 <i>Porcellana pulchra</i>	+	+
		多指瓷蟹属 <i>Polyonyx</i>	中华多指瓷蟹 <i>Polyonyx sinensis</i>		+
		细足蟹属 <i>Raphidopus</i>	绒毛细足蟹 <i>Raphidopus ciliatus</i>	*▲	+
	活额寄居蟹科 Diogenidae	活额寄居蟹属 <i>Diogenes</i>	艾氏活额寄居蟹 <i>Diogenes edwardsii</i>	+	+
			弯螯活额寄居蟹 <i>Diogenes deflectomanus</i>	+	+
			宽带活额寄居蟹 <i>Diogenes fasciatus</i>	+	+
			拟脊活额寄居蟹 <i>Diogenes aracristimanus</i>	+	+
			直螯活额寄居蟹 <i>Diogenes rectimanus</i>		+
		长眼寄居蟹属 <i>Pagunistes</i>	奥氏长眼寄居蟹 <i>Pagunistes ortmanni</i>		+
	寄居蟹科 Paguridae	寄居蟹属 <i>Pagurus</i>	长毛寄居蟹 <i>Pagurus brachiomastus</i>		+
			日本寄居蟹 <i>Pagurus japonicus</i>	+	+
			细足寄居蟹 <i>Pagurus gracilis</i>		+
			长腕寄居蟹 <i>Pagurus geminus</i>	+	+

目 Order	科 Family	属 Genus	种 Species	渤海 Bohai Sea	黄海 Yellow Sea
			柔毛寄居蟹 <i>Pagurus lanuginosus</i>		+
			小型寄居蟹 <i>Pagurus minutus</i>		+
			大寄居蟹 <i>Pagurus ochotensis</i>		+*
			海绵寄居蟹 <i>Pagurus pectinatus</i>		+
	石蟹科 Lithodidae	软腹蟹属 <i>Hapalogaster</i>	锯足软腹蟹 <i>Hapalogaster dentata</i>		+
		窄额蟹属 <i>Oedignathus</i>	无刺窄额蟹 <i>Oedignathus inermis</i>	+	+
	绵蟹科 Dromiidae	拟绵蟹属 <i>Paradromia</i>	沈氏拟绵蟹 <i>Paradromia sheni</i>	+	+*
	圆关公蟹科 Cyclodorippidae	鬼蟹属 <i>Tymolus</i>	日本鬼蟹 <i>Tymolus japonicus</i>		+
	黎明蟹科 Matutudae	黎明蟹属 <i>Matuta</i>	红线黎明蟹 <i>Matuta planipes</i>	+*	+*
	黄道蟹科 Canceridae	土块蟹属 <i>Glebocarcinus</i>	两栖土块蟹 <i>Glebocarcinus amphiaetus</i>	+	+
		体壮蟹属 <i>Romaleon</i>	隆背体壮蟹 <i>Romaleon gibbosulum</i>	+*	+*
	关公蟹科 Dorippidae	拟平家蟹属 <i>Heikeopsis</i>	日本拟平家蟹 <i>Heikeopsis japonicus</i>	+*	+
		拟关公蟹属 <i>Paradorippe</i>	中国拟关公蟹 <i>Paradorippe cathayana</i>	+	+
			颗粒拟关公蟹 <i>Paradorippe granulata</i>	+	+
	哲扇蟹科 Menippidae	圆扇蟹属 <i>Sphaerozium</i>	光辉圆扇蟹 <i>Sphaerozium nitidus</i>	+*	+
	宽背蟹科 Euryplacidae	强蟹属 <i>Eucrate</i>	隆线强蟹 <i>Eucrate crenata</i>	+*	+*
	长脚蟹科 Goneplacidae	隆背蟹属 <i>Carcinoplax</i>	泥脚隆背蟹 <i>Carcinoplax vestita</i>	+*	+*
			长手隆背蟹 <i>Carcinoplax Longimana</i>		*▲
	玉蟹科 Leucosiidae	栗壳蟹属 <i>Arcania</i>	球形栗壳蟹 <i>Arcania globata</i>		+
			圆十一刺栗壳蟹 <i>Arcania novemspinosa</i>		+
			十一刺栗壳蟹 <i>Arcania undecimspinosa</i>	+*	+*
		五角蟹属 <i>Nursia</i>	斜方五角蟹 <i>Nursia rhomboidalis</i>	+	+*
		拳蟹属 <i>Philyra</i>	尖齿拳蟹 <i>Philyra acutidens</i>	+	+
			隆线拳蟹 <i>Philyra carinata</i>	+	+
			杂粒拳蟹 <i>Philyra heterograna</i>	+	+
			豆形拳蟹 <i>Pyrhila pisum</i>	+*	+
	卧蜘蛛蟹科 Epialtidae	矶蟹属 <i>Pugettia</i>	长矶蟹 <i>Pugettia elongata</i>	+	+
			小型矶蟹 <i>Pugettia minor</i>		+
			四齿矶蟹 <i>Pugettia quadiden</i>	+*	+*
		互敬蟹属 <i>Hyastenus</i>	慈母互敬蟹 <i>Hyastenus pleione</i>		+
		长腿蟹属 <i>Naxioides</i>	公牛长腿蟹 <i>Naxioides taurus</i>	+	+

目 Order	科 Family	属 Genus	种 Species	渤海 Bohai Sea	黄海 Yellow Sea
		剪额蟹属 <i>Scyra</i>	扁足剪额蟹 <i>Scyra compressipes</i>		+
	膜壳蟹科 Hymenosomatidae	滨蟹属 <i>Carcinus</i>	毛额滨蟹 <i>Carcinus setirostris</i>		+
		新尖额蟹属 <i>Neorhynchoplax</i>	中华新尖额蟹 <i>Neorhynchoplax sinensis</i>		+
	尖头蟹科 Inachidae	英雄蟹属 <i>Achaeus</i>	有疣英雄蟹 <i>Achaeus tuberculatus</i>	+	+*
	突眼蟹科 Oregoniidae	突眼蟹属 <i>Oregonia</i>	枯瘦突眼蟹 <i>Oregonia gracilis</i>	+*	+*
	虎头蟹科 Orithyidae	虎头蟹属 <i>Orithyia</i>	中华虎头蟹 <i>Orithyia sinica</i>	+	+
	菱蟹科 Parthenopidae	武装紧握蟹属 <i>Enoploambrus</i>	强壮武装紧握蟹 <i>Enoploambrus validus</i>	+	+*
	静蟹科 Galenidae	精武蟹属 <i>Parapanope</i>	贪精武蟹 <i>Parapanope euagora</i>		+
	毛刺蟹科 Pilumnidae	毛粒蟹属 <i>Pilumnopeus</i>	马氏毛粒蟹 <i>Pilumnopeus makiana</i>	+	+*
			中华毛粒蟹 <i>Pilumnopeus sinensis</i>	+*	+
		毛刺蟹属 <i>Pilumnus</i>	整额毛刺蟹 <i>Pilumnus integifrons</i>		+
			小巧毛刺蟹 <i>Pilumnus minutus</i>		+
			小型毛刺蟹 <i>Pilumnus spinulus</i>		+*
			团岛毛刺蟹 <i>Pilumnus tuantaoensis</i>		+
		拟盲蟹属 <i>Typhlocarcinops</i>	沟纹拟盲蟹 <i>Typhlocarcinops canaliculata</i>		+
		盲蟹属 <i>Typhlocarcinus</i>	裸盲蟹 <i>Typhlocarcinus nudus</i>	*▲	+
	梭子蟹科 Portunidae	圆趾蟹属 <i>Ovalipes</i>	细点圆趾蟹 <i>Ovalipes punctatus</i>		+*
		梭子蟹属 <i>Portunus</i>	三疣梭子蟹 <i>Portunus trituberculatus</i>	+*	+*
		螯属 <i>Charybdis</i>	钝齿螯 <i>Charybdis hellerii</i>		+
			日本螯 <i>Charybdis japonica</i>	+*	+*
			变态螯 <i>Charybdis variegata</i>		+
			武士螯 <i>Charybdis miles</i>		*▲
			双斑螯 <i>Charybdis bimaculata</i>	+*	+*
	扇蟹科 Xanthidae	银杏蟹属 <i>Actaea</i>	钙银杏蟹 <i>Actaea calcuosa</i>	+	+
		盖氏蟹属 <i>Gaillardiellus</i>	东方盖氏蟹 <i>Gaillardiellus orientalis</i>		+
		花瓣蟹属 <i>Liomera</i>	雕刻花瓣蟹 <i>Liomera caelata</i>	+	+
			小螯花瓣蟹 <i>Liomera virgata</i>	+	+
		大权蟹属 <i>Macromedaeus</i>	特异大权蟹 <i>Macromedaeus distinguendus</i>	+	+
		近扇蟹属 <i>Xanthias</i>	中华近扇蟹 <i>Xanthias sinensis</i>	+	+*
	方蟹科 Grapsidae	大额蟹属 <i>Metopograpsus</i>	四齿大额蟹 <i>Metopograpsus quadridentatus</i>		+

目 Order	科 Family	属 Genus	种 Species	渤海 Bohai Sea	黄海 Yellow Sea
弓蟹科 Varunidae	相手蟹科 Sesamidae	螳臂相手蟹属	无齿螳臂相手蟹 <i>Chiromantes</i>		
		<i>Chiromantes</i>	<i>dehaani</i>	+	+
			红螯螳臂相手蟹 <i>Chiromantes</i>		
			<i>haematocheir</i>		+
		拟相手蟹属	近亲拟相手蟹 <i>Parasesarma</i>		
		<i>Parasesarma</i>	<i>affinis</i>		+
			斑点拟相手蟹 <i>Parasesarma</i>		
			<i>pictum</i>	+	+
		中相手蟹属 <i>Sesarma</i>	中华中相手蟹 <i>Sesarma sinensis</i>		
					+
		倒额蟹属	异足倒额蟹 <i>Asthenognathus</i>		
		<i>Asthenognathus</i>	<i>inaequipes</i>	+	+
		拟厚蟹属 <i>Helicana</i>	伍氏拟厚蟹 <i>Helicana wuana</i>	+	+
		厚蟹属 <i>Helice</i>	天津厚蟹 <i>Helice tientsinensis</i>	+	+
				+	+
		蜞属 <i>Gaetice</i>	平背蜞 <i>Gaetice depressus</i>	+	+
		无齿蟹属 <i>Acmaeopleure</i>	巴氏无齿蟹 <i>Acmaeopleure balssi</i>		
					+
		绒螯蟹属 <i>Eriocheir</i>	中华绒螯蟹 <i>Eriocheir sinensis</i>	+	+
		近方蟹属 <i>Hemigrapsus</i>	长指近方蟹 <i>Hemigrapsus</i>		
			<i>longitarsis</i>	+	+
			绒螯近方蟹 <i>Hemigrapsus</i>		
			<i>penicillatus</i>	+	+
			肉球近方蟹 <i>Hemigrapsus</i>		
			<i>sanguineus</i>	+	+
猴面蟹科 Camptandriidae		猴面蟹属 <i>Camptandrium</i>	六齿猴面蟹 <i>Camptandrium</i>		
			<i>sexdentatum</i>	+	+
		闭口蟹属 <i>Cleistostoma</i>	宽身闭口蟹 <i>Cleistostoma</i>		
			<i>dilatatum</i>	+	+
		背脊蟹属 <i>Deiratonotus</i>	隆线背脊蟹 <i>Deiratonotus</i>		
			<i>cristatus</i>	+	+
	毛带蟹科 Dotillidae	泥蟹属 <i>Ilyoplax</i>	锯脚泥蟹 <i>Ilyoplax dentimerosa</i>	+	+
			谭氏泥蟹 <i>Ilyoplax deschampsi</i>	+	+
			秉氏泥蟹 <i>Ilyoplax pingi</i>	+	+
		股窗蟹属 <i>Scopimera</i>	双扇股窗蟹 <i>Scopimera</i>		
			<i>bitympana</i>	+	+
			圆球股窗蟹 <i>Scopimera globosa</i>	+	+
			长趾股窗蟹 <i>Scopimera</i>		
			<i>longidactyla</i>	+	+

吴强, 李忠义, 戴芳群, 陈瑞盛, 王俊, 单秀娟, 金显仕. 黄渤海甲壳类的分类多样性. 生物多样性, 2016, **24** (11): 1306–1314.
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2016250>

目 Order	科 Family	属 Genus	种 Species	渤海 Bohai Sea	黄海 Yellow Sea
	大眼蟹科 Macrophthalmidae	大眼蟹属 <i>Macrophthalmus</i>	短身大眼蟹 <i>Macrophthalmus ababreviatus</i>	+	+*
			万岁大眼蟹 <i>Macrophthalmus banzai</i>	+	+
			常见大眼蟹 <i>Macrophthalmus frequens</i>	+	+
			日本大眼蟹 <i>Macrophthalmus japonicus</i>	+*	+*
		三强蟹属 <i>Tritodynamia</i>	双齿三强蟹 <i>Tritodynamia bidentata</i>	+	
			霍氏三强蟹 <i>Tritodynamia horvathi</i>	+	+*
			兰氏三强蟹 <i>Tritodynamia rathbunae</i>	+*	+
			中型三强蟹 <i>Tritodynamia intermedia</i>	+	+
	沙蟹科 Ocypodidae	沙蟹属 <i>Ocypode</i>	痕掌沙蟹 <i>Ocypode stimpsoni</i>	+	+
	短眼蟹科 Xenophthalmidae	短眼蟹属 <i>Xenophthalmus</i>	豆形短眼蟹 <i>Xenophthalmus pinnotheroides</i>	+	+
			宽腿巴豆蟹 <i>Pinnixa penultipedalis</i>		+
			肥壮巴豆蟹 <i>Pinnixa tumida</i>	+	+
		蛎豆蟹属 <i>Arcotheres</i>	中华蛎豆蟹 <i>Arcotheres sinensis</i>	+	+
		拟豆蟹属 <i>Pinnaxodes</i>	大拟豆蟹 <i>Pinnaxodes major</i>		+
			陆奥拟豆蟹 <i>Pinnaxodes mutuensis</i>		+
		豆蟹属 <i>Pinnotheres</i>	青蛤豆蟹 <i>Pinnotheres cyclinus</i>		+
			宽豆蟹 <i>Pinnotheres dilatus</i>		+
			戈氏豆蟹 <i>Pinnotheres gordonae</i>	+	+
			海阳豆蟹 <i>Pinnotheres haiyangensis</i>		+
			隐匿豆蟹 <i>Pinnotheres pholadis</i>		+
			锯额豆蟹 <i>Pinnotheres serrignathus</i>		+
			青岛豆蟹 <i>Pinnotheres tsingtaoensis</i>		+*
		倒颚蟹属 <i>Asthenognathus</i>	异足倒颚蟹 <i>Asthenognathus inaequipis</i>	+	+
		酒井蟹属 <i>Sakaila</i>	亚洲酒井蟹 <i>Sakaila asiatica</i>		+
			日本酒井蟹 <i>Sakaila japonica</i>		+
			韩国酒井蟹 <i>Sakaila koreensis</i>		+

吴强, 李忠义, 戴芳群, 陈瑞盛, 王俊, 单秀娟, 金显仕. 黄渤海甲壳类的分类多样性. 生物多样性, 2016, **24** (11): 1306–1314. <http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2016250>

目 Order	科 Family	属 Genus	种 Species	渤海 Bohai Sea	黄海 Yellow Sea
十足目 Stomatopoda	矮虾蛄科 Nannosquillae	方额虾蛄属 <i>Bigelowina</i>	排列方额虾蛄 <i>Bigelowina phalangium</i>		+*
			圆尾绿虾蛄 <i>Clorida rotundicauda</i>		+
	虾蛄科 Squillidae	拟绿虾蛄属 <i>Cloridopsis</i>	蝎型拟绿虾蛄 <i>Cloridopsis scorio</i>		+
			无斑拟绿虾蛄 <i>Cloridopsis immaculata</i>		+
		口虾蛄属 <i>Oratosquilla</i>	口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i>	+*	+*
			黑斑口虾蛄 <i>Oratosquilla kempi</i>		+*

+ 表示文献记录种, * 表示 2010–2015 年调查捕获种, ▲表示新分布种。
+ means literature recorded species, * means species caught by surveys from 2010 to 2015, ▲means newly distributed species.