

分类号_____

密级_____

UDC _____

编号_____

中国科学院研究生院 博士学位论文

中国淡水钩虾的系统学研究

侯 仲 娥

指导教师 黄大卫博士 研究员 中国科学院动物研究所

李枢强博士 研究员 中国科学院动物研究所

申请学位级别 博士 学科专业名称 动物学

论文提交日期 2002 年 5 月 论文答辩日期 2002 年 6 月

培养单位 中国科学院动物研究所

学位授予单位 中国科学院研究生院

答辩委员会主席 _____

致 谢

本文是在黄大卫老师和李枢强老师的悉心指导下完成的。两位导师在学术思想和科研方法等方面给予了热情的指导,并为本研究提供了良好的研究条件和学习环境。他们严谨的治学态度、高效务实的工作作风和对学科发展不懈的追求激励着我不断前进。在论文脱稿之际,谨向我的两位老师表示衷心的感谢!

本文在选题阶段,海洋研究所刘瑞玉院士给予多方指教。在他首肯并予以大力支持下,我开始了淡水钩虾的系统学研究工作。在论文即将完成之际,谨向刘院士表示我们最崇高的敬意!海洋研究所李新正老师、任先秋老师在学习期间也给予多方关注,在此一并致谢!

本项研究进行过程中,动物志办公室陶冶老师在学习及生活上给予了很多照顾;本所无脊椎动物学组陈国孝老师在思想理念等方面给以多方教诲,戴爱云研究员、陈德牛研究员、员莲研究员、刘月英研究员、张崇洲研究员、贾丽君老师等提供许多宝贵资料,师姐肖晖博士、师兄朱朝东博士、吴岷博士、张彦周博士和师兄陈岩同学、辛文同学、甄文全同学、牛泽清同学、彭贤锦同学、葛斯琴同学以及孟凯巴依尔师弟在论文写作过程中,给以诸多帮助,在此一并致以诚挚的谢意。

动物进化与系统学研究中心领导张春光研究员、乔格侠研究员平时给予多方指教;《动物分类学报》主编冯祚建研究员、杨楠老师、戴定远老师在版面设计方面给予多方指导,人事教育处侯晓霞老师和张丽瑛老师从各个方面给予关心,也请接受我最诚恳的感谢!

北京自然博物馆杨思谅研究员,本研究中心薛大勇研究员,新疆大学刘志宵老师、阿依恒同学,成都生物所王跃招研究员,西南航空重庆公司王川虎先生,云南省大山堡自然保护区钱颖先生等诸多老师、前辈或朋友提供研究标本,在此一并致谢!本中心不少同志在开展他们的野外工作时,也不忘记帮助我们采集标本,在此一并致以诚挚的谢意。

在论文写作中,与(前)南斯拉夫 Karaman 教授,美国 Holsinger 教授,日本 Morino 教授,加拿大 Bousfield 博士,荷兰 Koenemann 博士,荷兰 Plarvoiet 博士通过电子邮件进行过数百次商讨,就种类鉴定和论文写作进行了细致入微的讨论。我感谢他们对我从不厌烦的帮助!

支序分析部分承蒙 Guelph 大学付金钟博士和 Toronto 大学 Murphy 教授当面指教,并亲自用计算机检验我的系统学研究结果,在此一并致谢!

最后,我要特别感谢父母的养育之恩,在他们无微不至的关怀下,我才能取得今天的成绩。在我读博士研究生期间,我先生崔海鸥同志给我很多支持和鼓励,我感谢他对我的理解与宽容。

感谢国家基经委人才培养专项基金在经费上的支持。

感谢三年来所有给予我帮助的人!原谅我无法一一列在这里!!!

中文摘要

本文主要针对中国淡水钩虾的系统学进行了研究。全文主要包括总论、各论和图版三部分。总论部分报道了淡水钩虾的形态特征、分类系统、生态学与生物学、价值与利用、地理分布格局等方面的研究结果,同时利用支序分析方法研究了中国钩虾属已知种间的亲缘关系。

各论部分系统地描述了中国淡水钩虾 9 科, 16 属, 66 种, 其中包括新种 41 个。分别对各个分类阶元进行了鉴别特征的叙述, 并编制检索表。种的记述中有中名、学名、引证、观察标本、形态、生物学资料和地理分布, 对一些易混淆的近缘种作了简要的讨论。

以上所有种类都绘制了详细的形态特征图, 共 275 版 3000 多幅。

关键词: 端足目 淡水钩虾 系统学 支序分析 地理分布

Directed by

Prof. Huang Dawei & Prof. Li shuqiang (IZCAS)

SYSTEMATICS OF CHINESE FRESHWATER AMPHIPODA
(Crustacea: Amphipoda: Gammaridea)

BY

Hou Zhong-e, M.Sc.

Abstract

The present paper deals with the systematics of Chinese freshwater Amphipoda. Three parts are included. Part I deals with morphology, systematics, biology, ecology and geographical distribution pattern. It also includes a cladistic analysis of the genus *Gammarus*. Part II is a detailed study of 66 species belonging to 16 genera and 9 families, among of which 41 species are new. Diagnoses of each taxon are presented. Keys to the genera and the families of Chinese freshwater gammarids are provided. The description of each species includes its Chinese name, Latin name, literature citations, specimens examined, morphology, biology and geography. Closely related and easily confused species are briefly discussed. Finally, part III contains detailed morphological figures of each species, including more than 3000 figures in 275 plates.

Key words: Amphipoda, Gammaridea, freshwater gammarids, morphology, phylogeny, cladistics, zoogeography

毕业论文《中国淡水钩虾的系统学研究》勘误表

1. 第1页第8行“*locuxta*”应改为“*locusta*”
2. 第2页第12、30行“太湖叶钩虾”应改为“太湖大螯蜚”
3. 第20页第12行“135的”应改为“135个”
4. 第29页第8行“123科”应改为“124科”
5. 第34页第22行“卵子”应改为“精子”
6. 第42页第15行“24、42”应改为“25、41”
7. 第47页第29行“与之同的是”应改为“与之不同的是”
8. 第51页第3行“推测”应改为“分析探讨”
9. 第62页第7行“少鳃钩虾”应改为“少鳃钩虾科”
10. 第90页第4行“配摸”应改为“配模”
11. 第92页第14行“配摸”应改为“配模”
12. 第154页第23行“Tattersal (1922)”应改为“Tattersall (1923)”
13. 第168页第1行“Tattersall (1922)”应改为“Tattersall(1923)”
14. 第185页第22行“Tattersal”应改为“Tattersall”

目 录

致 谢	i
中文摘要	ii
英文摘要	iii
总 论	1
一、研究简史	1
二、形态特征	3
(一)、外部形态	3
1. 头胸部	3
2. 胸部	3
3. 腹部	4
4. 附肢	5
5. 身体的其它部分	12
(二)、内部形态	13
1. 骨骼系统	13
2. 消化系统	14
3. 呼吸系统	15
4. 循环系统	15
5. 排泄系统	16
6. 生殖系统	16
7. 神经系统	17
8. 感觉器官	17
三、系统发育与分类系统	18
(一)、甲壳纲动物和真软甲亚纲的系统演化关系	18
1. 甲壳动物的系统演化	18
2. 真软甲亚纲的系统演化	19
(二)、钩虾亚目的分类系统	23
1. Barnard (1958) 分类系统	23
2. Bousfield 系统	23
3. Bowman-Aele 系统	29
4. Martin-Davis 系统	29
四、生态学和生物学	30
(一)、地表水中生活的钩虾	30
(二)、地下水中生活的钩虾	31
(三)、淡水钩虾对水体含盐量的适应	31
(四)、淡水钩虾对海拔高度的生态适应	33
(五)、钩虾对陆生环境的生态适应	33
(六)、淡水钩虾的运动行为	33

(七)、摄食和食性	34
(八)、繁殖	34
1. 繁殖策略	34
2. 繁殖条件	36
3. 交配	36
4. 发育	38
五、动物地理学	39
(一)、淡水钩虾的起源与历史变迁	39
(二)、世界范围内的淡水钩虾分布现状	39
1. 古北界	41
2. 新北界	41
3. 澳洲界	42
4. 新热带界	42
5. 埃塞俄比亚界	42
6. 东洋界	42
(三)、淡水钩虾在中国的分布格局	42
六、效益和用途	42
(一)、钩虾是一些脊椎动物的天然饵料	42
(二)、钩虾是重要的环境指示生物	44
(三)、钩虾可提取甲壳素	44
七、材料与方法	44
(一)、研究标本	44
(二)、标本采集与处理	45
1. 采集地的选择	45
2. 采集方法	45
(三)、处理和保存	47
(四)、物种鉴定与描述	47
1. 镜检标本	47
2. 特征图绘制	48
3. 鉴别特征	48
4. 地理分布	50
八、系统学分析	51
(一)、支序分析的计算机程序	51
(二)、性状选择与描述	51
(三)、钩虾属系统发育关系	53
1. 参数设置及操作流程	53
2. 支序图的选择	56
3. 支序图的分析结果	56
4. 结果讨论	57

各 论	62
异钩虾科 Family Anisogammaridae Bousfield, 1977	63
环钩虾属 Genus <i>Annanogammarus</i> Bousfield, 1979	64
安氏环钩虾 <i>Annanogammarus annandalei</i> (Tattersall, 1922)	64
原钩虾属 Genus <i>Eogammarus</i> Birstein, 1933	65
锦州原钩虾 <i>Eogammarus ryotoensis</i> (Ueno, 1940)	66
胖掌原钩虾 <i>Eogammarus tuigimanus</i> (Shen, 1955)	67
抚仙钩虾属 Genus <i>Fuxiana</i> Sket, 2000	67
杨氏抚仙钩虾 <i>Fuxiana yangi</i> Sket, 2000	68
畸钩虾科 Family Aoridae Stebbing, 1899	69
大螯蜚属 Genus <i>Grandidierella</i> Coutiere, 1904	69
太湖大螯蜚 <i>Grandidierella taihuensis</i> Morino & Dai, 1990	70
巢湖大螯蜚 <i>Grandidierella chaohuensis</i> Hou & Li, 2002	71
少鳃钩虾科 Family Bogidiellidae Hertzog, 1933	73
少鳃钩虾属 Genus <i>Bogidiella</i> Hertzog, 1933	73
华少鳃钩虾 <i>Bogidiella sinica</i> Karaman & Sket, 1990	73
褐钩虾科 Family Crangonyctidae Bousfield, 1973	74
褐钩虾属 Genus <i>Crangonyx</i> Bate, 1859	75
山崎褐钩虾 <i>Crangonyx shimizui</i> Ueno, 1940	75
钩虾科 Family Gammaridae Leach, 1814	76
棘钩虾属 Genus <i>Echinogammarus</i> Stebbing, 1899	77
盲棘钩虾 <i>Echinogammarus aoculus</i> sp. nov.	78
钩虾属 Genus <i>Gammarus</i> Fabricius, 1775	78
聚毛钩虾 <i>Gammarus accretus</i> sp. nov.	83
高原钩虾 <i>Gammarus altus</i> sp. nov.	85
陈氏钩虾 <i>Gammarus cheni</i> sp. nov.	86
缘毛钩虾 <i>Gammarus craspedotrichus</i> sp. nov.	87
卷毛钩虾 <i>Gammarus curvativus</i> sp. nov.	90
细齿钩虾 <i>Gammarus denticulatus</i> sp. nov.	91
琥珀钩虾 <i>Gammarus electrus</i> sp. nov.	92
隆钩虾 <i>Gammarus elevatus</i> sp. nov.	94
峨眉钩虾 <i>Gammarus emeiensis</i> sp. nov.	95
寒冷钩虾 <i>Gammarus frigidus</i> sp. nov.	97
付氏钩虾 <i>Gammarus fui</i> sp. nov.	98
格氏钩虾 <i>Gammarus gregoryi</i> Tattersall, 1924	99
红原钩虾 <i>Gammarus hongyuanensis</i> Barnard & Dai, 1988	100
碧玉钩虾 <i>Gammarus jaspides</i> sp. nov.	102
康定钩虾 <i>Gammarus kangdingensis</i> sp. nov.	103
湖泊钩虾 <i>Gammarus lacustris</i> Sars, 1863	104

拉萨钩虾 <i>Gammarus lasaensis</i> Barnard & Dai, 1988	106
利川钩虾 <i>Gammarus lichuanensis</i> sp. nov.	108
丽江钩虾 <i>Gammarus lijiangensis</i> sp. nov.	109
淤泥钩虾 <i>Gammarus limosus</i> sp. nov.	110
刘氏钩虾 <i>Gammarus liui</i> sp. nov.	111
簇刺钩虾 <i>Gammarus lophacanthus</i> sp. nov.	113
马氏钩虾 <i>Gammarus martensi</i> sp. nov.	114
山地钩虾 <i>Gammarus montanus</i> sp. nov.	116
壁流钩虾 <i>Gammarus murarius</i> sp. nov.	117
雾灵钩虾 <i>Gammarus (Rivulogammarus) nekkensis</i> Uchida, 1935	118
宁蒗钩虾 <i>Gammarus ninglangensis</i> sp. nov.	120
日本钩虾 <i>Gammarus nipponensis</i> Ueno, 1940	122
少刺钩虾 <i>Gammarus paucispinus</i> sp. nov.	122
彭氏钩虾 <i>Gammarus pengi</i> sp. nov.	124
蚤状钩虾 <i>Gammarus pulex</i> (Linnaeus, 1758)	126
钱氏钩虾 <i>Gammarus qiani</i> Hou & Li, 2002	127
溪水钩虾 <i>Gammarus riparius</i> sp. nov.	128
山西 钩虾 <i>Gammarus shanxiensis</i> Barnard & Dai, 1988	130
神木钩虾 <i>Gammarus shenmuensis</i> sp. nov.	131
短肢钩虾 <i>Gammarus shortpodus</i> sp. nov.	132
四川钩虾 <i>Gammarus sichuanensis</i> sp. nov.	134
细弯钩虾 <i>Gammarus sinuolatus</i> sp. nov.	135
刺掌钩虾 <i>Gammarus spinipalmus</i> Chen, 1939	136
池钩虾 <i>Gammarus stagnarius</i> sp. nov.	138
绥芬钩虾 <i>Gammarus suifunensis</i> Martynov, 1925	139
特克斯钩虾 <i>Gammarus takesensis</i> sp. nov.	141
大理钩虾 <i>Gammarus taliensis</i> Shen, 1954	142
塔斯堤钩虾 <i>Gammarus tastiensis</i> sp. nov.	144
咸丰钩虾 <i>Gammarus xianfengensis</i> sp. nov.	145
华钩虾属 Genus <i>Sinogammarus</i> Karaman & Ruffo, 1995	147
川虎华钩虾 <i>Sinogammarus chuanhui</i> sp. nov.	148
洞穴华钩虾 <i>Sinogammarus troglodytes</i> Karaman & Ruffo, 1995	149
绿钩虾科 Family <i>Hyalidae</i> Bulycheva, 1957	151
绿钩虾属 Genus <i>Hyale</i> Rathke, 1837	151
张氏绿钩虾 <i>Hyale changi</i> Chen, 1939	151
合眼钩虾科 Family <i>Oedicerotidae</i> Liljeborg, 1865	152
独眼钩虾属 Genus <i>Monoculodes</i> Stimpson, 1853	153
江湖独眼钩虾 <i>Monoculodes limnophilus</i> Tattersall, 1922	153
假褐钩虾科 Family <i>Pseudocrangonyctidae</i> Holsing, 1989	155

假褐钩虾属 Genus <i>Pseudocrangonyx</i> Akatsuka & Komai, 1922	156
亚洲假褐钩虾 <i>Pseudocrangonyx asiaticus</i> Ueno, 1934	157
东北假褐钩虾 <i>Pseudocrangonyx manchuricus</i> Oguro, 1938	158
洞穴假褐钩虾 <i>Pseudocrangonyx cavernarius</i> sp. nov.	159
跳钩虾科 Family Talitridae Rafinesque, 1815	161
鲍跳钩虾属 Genus <i>Bousfieldia</i> Chou & Lee, 1996	162
凤凰鲍跳钩虾 <i>Bousfieldia phoenixae</i> Chou & Lee, 1996	162
弗跳钩虾属 Genus <i>Floresorchestia</i> Bousfield, 1984	164
河内弗跳钩虾 <i>Floresorchestia hanoiensis</i> sp. nov.	164
板跳钩虾属 Genus <i>Platorchestia</i> Bousfield, 1982	165
鲍氏板跳钩虾 <i>Platorchestia bousfieldi</i> sp. nov.	166
日本板跳钩虾 <i>Platorchestia japonica</i> Tattersall, 1922	167
舞钩虾属 Genus <i>Talitroides</i> Bonnier, 1898	168
土跳钩虾 <i>Talitroides topitotum</i> (Burt, 1934)	169
参考文献	171
发表文章目录	
图 版	

总 论

一、研究简史

钩虾是一种小型甲壳动物,静止时呈拱形,运动时则弓着“腰”侧行,因此被称为钩虾。钩虾的现代分类学研究始于林奈 (Carl von Linnaeus)。1758 年,他发现并记述了蚤状钩虾 *Gammarus pulex* (Linnaeus, 1758)。当时他使用的拉丁名是 *Cancer pulex*, 生境记录为海岸。蚤状钩虾后来被证实生活在湖泊和溪流中,是目前已知的分布最为广泛的一种淡水钩虾;第二个被描述的钩虾种类是蟋蟀钩虾 *Gammarus locusta*, 当时称为 *Cancer locusta*, 标本来自欧洲的海域。在 Latreille (1816) 建立端足目后,这两个种首先被归入该目。随后, Dana (1852) 提出将端足目分为三个亚目,包括钩虾亚目 (Gammaridea), 蜚亚目 (Hyperiidea) 和麦秆虫亚目 (Caprellidea)。Hansen (1903) 又建立了变肢亚目 (Ingolfiellidea)。此后,虽然不少学者对端足目的分类系统进行了广泛的研究,包括 Berge 等 (2001) 提出变肢亚目和钩虾亚目是有效亚目,而蜚亚目和麦秆虫亚目则缺少成为亚目的依据等理论。但总的来说,端足目的四亚目分类系统目前仍被广泛应用,如表 1 所示。

表 1 端足目分类系统 / Table 1 Classification of the Order Amphipoda

节肢动物门 Phylum Arthropoda
甲壳纲 Class Crustacea
软甲壳亚纲 Subclass Malacostraca
囊虾超目 Superorder Peracarida
端足目 Order Amphipoda
钩虾亚目 Suborder Gammaridea
变肢亚目 Suborder Ingolfiellidea
麦秆虫亚目 Suborder Caprellidea
蜚亚目 Suborder Hyperiidea

本项研究中所涉及的淡水钩虾 (包括部分陆生) 隶属于端足目钩虾亚目, 其它三个亚目主要分布在海洋里。就 α 水平的淡水钩虾分类学研究来说, 早期的工作以 Sars (1895) 和 Stebbing (1888, 1899, 1906) 较为出色。20 世纪上半叶, 淡水钩虾的系统学研究以区域性工作为主。其中仅在欧洲, 就有 Bazikalova (1945) (贝加尔湖), Birstein (1933) (外高加索山脉 Transkaukasus), Chevreux (1935) (摩纳哥),

Derzhavin (1923, 1925, 1927a, 1927b, 1930) (前苏联), Dybowsky (1927) (贝加尔湖), S. Karaman (1931a) (南斯拉夫), Martynov (1935) (土耳其), Schellenberg (1942) (德国) 和 Sowinsky (1915) (贝加尔湖) 等一系列工作。20 世纪下半叶, 随着淡水钩虾系统学研究的不断深入, 逐步形成了以美国 Smithsonian Institution 的 Barnard 博士夫妇, (前) 南斯拉夫 Karaman 祖孙两位, 美国 Old Dominion 大学 Holsinger 教授, 加拿大 Bousfield 博士, 日本茨城大学 Morino 教授等少数几个研究中心。其中 Barnard & Barnard (1983) 系统的整理了此前的有关资料, 编著了世界淡水端足类一书, 对世界范围内钩虾的演化、分类与分布等方面进行了较全面的调查和研究, 为近代淡水钩虾的研究奠定了坚实的基础。而 Karaman 祖孙的工作被认为是最经典, 最可靠的分类学工作。

我国淡水钩虾的分类学研究已有近 80 年的历史。英国学者 Tattersall (1923 和 1924) 首先描述了采自云南的四个种, 包括安氏钩虾 (*Gammarus annandale*), 江湖独眼钩虾 (*Monoculodes limnophilus*), 太湖叶钩虾 (*Grandidierelle megnae* = *Grandidierelle taihuensis*) 和格氏钩虾 (*Gammarus gregoryi*)。前苏联学者 Martynov (1925) 和日本学者 Ueno (1934) 分别记述了东北的两个种: 绥芬钩虾 (*Gammarus suifunensis*) 与亚洲假褐钩虾 (*Pseudocrangonyx asiticus*)。Uchida (1935) 和 Chen (1939) 分别描述了北京附近的两个种: 雾灵钩虾 (*Gammarus nekkensis*) 和刺掌钩虾 (*Gammarus spinipalmus*)。Oguro (1938) 发表了东北假褐钩虾 (*Pseudocrangonyx manchuricus*)。随后, Ueno (1940) 在关于东北三省淡水钩虾区系的论文中记述了锦州原钩虾 (*Anisogammarus (Eogammarus) ryotoeosis*) 和山崎褐钩虾 (*Crangonyx shimizni*)。

解放以后, 在中国科学院动物研究所等单位陆续开展了我国淡水钩虾的分类学研究。前辈沈嘉瑞先生在 1954 和 1955 相继报道了安氏钩虾 (*Anisogammarus (Eogammarus) annandalei*)、胖掌钩虾 (*A. (Eog.) turgimanus*) 和大理钩虾 (*Gammarus taliensis*)。Friend & Lim (1985) 描述了香港的土跳钩虾 (*Talitroides topitotum*)。Barnard & Dai (1988) 记述了湖泊钩虾 (*Gammarus lacustris*), 山西钩虾 (*G. shanxiensis*), 红原钩虾 (*G. hongyuanensi*) 和拉萨钩虾 (*G. lasaenusis*) 等四种钩虾, 并对分布在中国的所有已知钩虾属种类进行了汇集, 列出了它们的检索表。此外, Karaman (1984, 1989) 重新描述了雾灵钩虾 (*Gammarus nekkensis*)。Karaman & Sket (1990) 发表了分布在广西洞穴中的华少鳃钩虾 (*Bogidiella sinica*)。Morino & Dai (1990) 则记述了分布在长江沿岸的太湖叶钩虾 (*Grandidierella taihuensi*), 江湖独眼钩虾 (*Monoculodes limnophilus*) 和日本板跳钩虾 (*Platorchestia japonica*)。Karaman & Ruffo (1995) 报道了分布在四川洞穴中的洞穴华钩虾 (*Sinogammarus troglodytes*)。Chou & Lee (1996) 发表了分布在台湾的凤凰鲍跳钩虾 (*Bousfielda phoenixae*)。Sket (2000) 描述了分布在云南抚仙湖 50 米深处的杨氏抚仙钩虾

(*Fuxianna yangi*)。

有关淡水钩虾其它方面的研究,涉及到生态学、生理学、寄生虫学等若干领域。其中生态学的研究始于 Sexton (1924, 1928, 1942)。她从 1910 年开始在普里茅斯 (Plymouth) 实验室对 *Gammarus chevreuxi* 进行了 40 年的研究,被称为钩虾行为学研究的奠基人。20 世纪 70 年代以后,随着环境问题的日益严重,以钩虾为指示生物的生态毒理学研究吸引了更多科学工作者的注意,并有不少有分量的研究论文发表 (Driscoll *et al.*, 1997a, b)。

二、形态特征

(一)、外部形态

淡水钩虾的身体绝大多数种类左右侧扁。头胸部有 5 个体节,与第一胸节愈合成一体。胸部有 8 个体节,第一节与头节愈合。腹部发达,包括 6 腹节与 1 尾节;有些种类末 3 或 2 腹节愈合。各体部均对应有不同的附肢,见图 1。体长一般 2-50mm,体色因种而异,大多数为乳白色。

1. 头胸部 (Cephalothorax)

头胸部或头部(cephalon)是身体的最前部区域,上面覆盖着光滑而薄的外骨骼甲壳,这使得头部体节不明显。头胸部由 5 个头部体节和一个胸部体节愈合而成。除第一体节以外,其它各体节均有对应的附肢,分别是第一触角(antenna 1)、大颚(mandible)、两对小颚(maxilla 1, maxilla 2),另外,还有胸部第一体节的附肢——颚足(maxilliped)。从胚胎发生过程可以看到触角(antenna 2)是由原始的后口起源的。口的背面向前突出形成上唇(labrum or upper lip),口后腹面褶皱部分称为下唇(lower lip)。头部的第一体节两侧上有复眼 1 或 2 对,但少数种类复眼左右愈合而位于背侧,有些种类无复眼,如绝大部分穴居钩虾。

2. 胸部 (pereon)

钩虾身体中部是胸部,第一胸节与头部愈合并特化成颚足,从第二胸节开始由七个活动的胸节(pereonite)构成,每一个体节对应一对单肢型(uniramous)胸肢(pereopod, peraeopod 或 pereiopod)。胸部两侧有侧板,为扩大的基节板(coxa)。胸部基节板夹住钩虾的身体并在腹面形成半开放的室,鳃(gill)和雌性的孵卵袋(bood pouch or oostegite)位于其中。

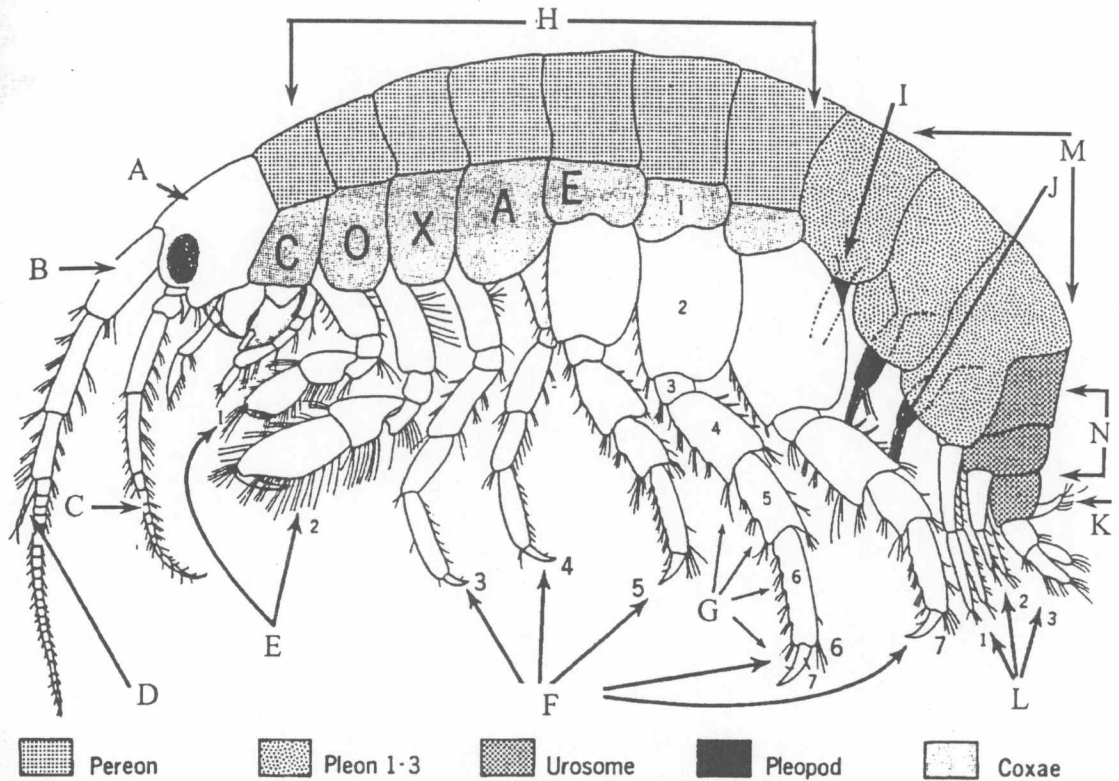


图 1 端足目钩虾的主要形态特征 / Fig. 1. Characters of gammaridean Amphipoda: A. 头部 (head), B. 第一触角 (antenna 1), C. 第二触角 (antenna 2), D. 附鞭 (accessory flagellum), E. 腮足 (1-第 1 腮足, 2-第 2 腮足) (gnathopods: 1-gnathopod 1, 2-gnathopod 2), F. 胸足 (3-第 3 胸足, 4 - 第 4 胸足, 5-第 5 胸足, 6-第 6 胸足, 7-第 7 胸足) (pereopod: 3-pereopod 3, 4 - pereopod 4, 5-pereopod 5, 6-pereopod 6, 7-pereopod 7), G. 胸足各节 (1-基节板, 2-基节, 3-坐节, 4 - 长节, 5-腕节, 6-掌节, 7-趾节) (articles of pereopod: 1-coxa, 2-basis, 3-ischium, 4 - merus, 5-carpus, 6-propodus, 7-dactylus), H. 胸节 (pereonites), I. 腹侧板 (epimeral plate), J. 腹肢 (pleopod), K. 尾节 (telson), L. 尾肢 (1-第 1 尾肢, 2-第 2 尾肢, 3-第 3 尾肢) (uropods: 1-uropod 1, 2-uropod 2, 3-uropod 3), M. 1-3 腹节 (1-3 pleonites), N. 4-6 腹节 (4-6 pleonites = urosomites 1-3).

3. 腹部 (abdoman 或 pleomere)

除去头部和胸部之外其余部分称为腹部, 由六个腹节(pleonites)组成。腹节的前三个体节有侧板称腹侧板 (epimera 或 epimeral plate), 它对应的附肢称为腹肢 (pleopod); 后三个体节 (4-6 腹节或尾部体节(uronite 或 urosomite)) 没有侧板, 它对应的附肢为尾肢(uropod)。腹肢与尾肢都是双枝型 (biramous), 但是尾肢比腹肢坚硬得多。另外, 4-6 腹节在钩虾属 *Gammarus* 有时背面中部处隆起并具有小的向中后部延伸的刺, *Stygonectes*、*Apocrangonyx* 以及合尾钩虾属 *Synurella* 的一些种类这些片段明显的愈合。

在第 6 (最后) 腹节的背面贴附着一个小的盘状结构为尾节 (telson), 位于肛门之上。这一结构在各属之间存在着变异, 在分类上有重要意义, 如钩虾属

(*Gammarus*)为一个深裂双支结构,而 *Stygonectes* 和 *Stygobromus* 属的一些种类则为带有一个完整顶点边缘的简单扇形结构。

4 附肢 (appendage)

钩虾和其它软甲动物一样,几乎所有的体节均有一对附肢。完整的附肢有七节:基节板(coxa),基节(basis),坐节(ischium),长节(merus),腕节(carpus),掌节(propodus)和趾节(dactylus)。

第一触角或小触角 (antenna 1 或 antennule) (图 2): 第一触角是头部最前端的附肢,也叫做小触角。它的结构纤细,呈鞭状,由柄节和鞭节组成。柄节(peduncle)分三节,第三柄节末梢附着一个原始多节的鞭节(flagellum),鞭节上有一些小的分节或关节(tiny segments or articles),通常第三柄节的末梢还会有附鞭(accessory flagellum),一般有 1-7 节。附鞭上节的数目具有分类学意义。底栖类常在许多鞭节上具小的、线形的鞋形结构(calceolus)。触角上还有感觉毛和触毛。

触角 (antenna) (图 2): 即第二触角 (antenna 2),一般把它作为附肢介绍,它由五个不等的柄节和末端分多节的鞭节组成。柄节两侧具刚毛,刚毛的长短因种而异。鞭节雌雄异型,在大腹钩虾属 (*Crangonyx*),合尾钩虾属 (*Synurella*)和钩虾属 (*Gammarus*)中雄性个体常具有明显的鞋形感觉器(calceolus),而雌性个体常缺失。第一和第二触角的相对长度常作为分类的依据,如钩虾科第一触角长于第 2 触角,跳钩虾科与绿钩虾科第一触角短于第二触角。

颚足 (maxilliped) (图 3): 颚足是胸节的第一附肢,无外肢(exopod),其基节板全部以及基节基部左右愈合。颚足触须,即内肢,有 4 或 2 节,基节与坐节都有内叶,基节内叶称为内叶、内瓣或内板,而坐节的内叶则被称为外叶、外瓣或外板。内叶和外叶上有齿、刺和刚毛。

胸肢或胸足 (pereopod) (图 5): 胸部有 8 对附肢,包括 2 对腮足 (gnathopod)、5 对步足及位于头部的 1 对颚足。通常把颚足放在口器中,胸足专指 2 对腮足与 5 对步足,这 7 对胸足显然分为两组,前 4 对为一组,朝向前方,而趾节尖端向后弯曲;后 3 对朝后方,而趾节尖端向前弯曲。Amphipoda(amph, 双, 两; pod, 足)这一名称即由此而来。胸足均为单肢型,无外肢,是完整的附肢,共 7 节,前基节完全消失。

胸部第一和第二对附肢分别为第一腮足(gnathopod 1)和第二腮足(gnathopod 2)。第二腮足一般比第一腮足大。腮足基节宽扁形成基节板，掌节异螯化，即宽大、后缘斜而有齿、刺、突起和刚毛，掌节常呈镰刀形，捉握时向后弯曲并紧靠掌节后缘的趾节构成半钳。这就是它与其它胸肢的区别。一些学者把腮足从胸肢中分离出来，例如腮足 1 和 2，胸足 1-5。作者认为胸肢是 1-7，但需要指出头两对是腮足，即腮足 1 和 2，胸足 3-7。腮足在分类学中的作用非常重要。腮足是防卫与进攻的武器，同时也用在碎化食物和在水草上攀爬。雄性的腮足通常比较大，交配时可用来抱握雌性。

胸部剩余的 5 对胸足称为步足，其基部宽扁形成基节板。长短不一，结构相似。雌性在胸足 2 至 5 与各自胸节的接点上有一个盘状扁平的扩展，即育卵板(brood plate 或 oostegite)，它完全覆盖了基节板及部分的基节。育卵板的功能是贮存和保护发育中的卵。每一基节（第一基节除外）中部表面具有一个平的突出物，即鳃(gill or branchia)。

腹肢(pleopod) (图 6)：腹肢共有 3 对，为游泳足，侧面观可以见及(因为它们向外翻起)。腹肢属于双枝型结构，原肢(protopodite)1 节，即柄节(peduncle)，内外肢多节(6-30 节)，即从连接身体的基部分为两个支叉，内外肢两侧具有大量的羽状刚毛。这种足用来游泳，同时还用来激起呼吸水流，不断地洗刷鳃，使其能够获得足够的氧气。由于腹肢没有基节板，因此不是完整的附肢。取代基节板的是腹侧板(epimera 或 epimeral plate)，由腹节体侧的外骨骼延伸到腹面两侧而形成，腹侧板的外形有分类价值。腹肢对分类的作用不大。

尾肢(uropod) (图 6)：尾肢为跳跃足，是 4-6 腹节上 3 对变异的双枝型附肢，向后延伸。原肢 1 节，即柄节，前两对内外肢通常各 1 节，第三对内肢 1 节、外肢 2 节，末节大多颇小，有些种类内肢退化，以至完全消失。内外肢都坚硬，呈柱状，有很短的刚毛和刺，用来向后移动或跳跃。前面的尾肢较大，后面的逐渐变小，第一尾肢比第二尾肢大很多。第 3 尾肢对属的鉴别有重要意义。尾肢与腹肢的区别是前者有结实的柄节和刺状的内外肢。而后者柄节与内外肢都柔软，内外肢多节。尾肢在跳跃时起到辅助作用并且易于辐射变异，具有重要的分类作用，如淡水钩虾科类，钩虾属(*Gammarus*)第 3 尾肢有完好双肢的双枝型结构，而 *Apocrangonyx* 属的某些种第 3 尾肢仅有小柄残留的退化结构。

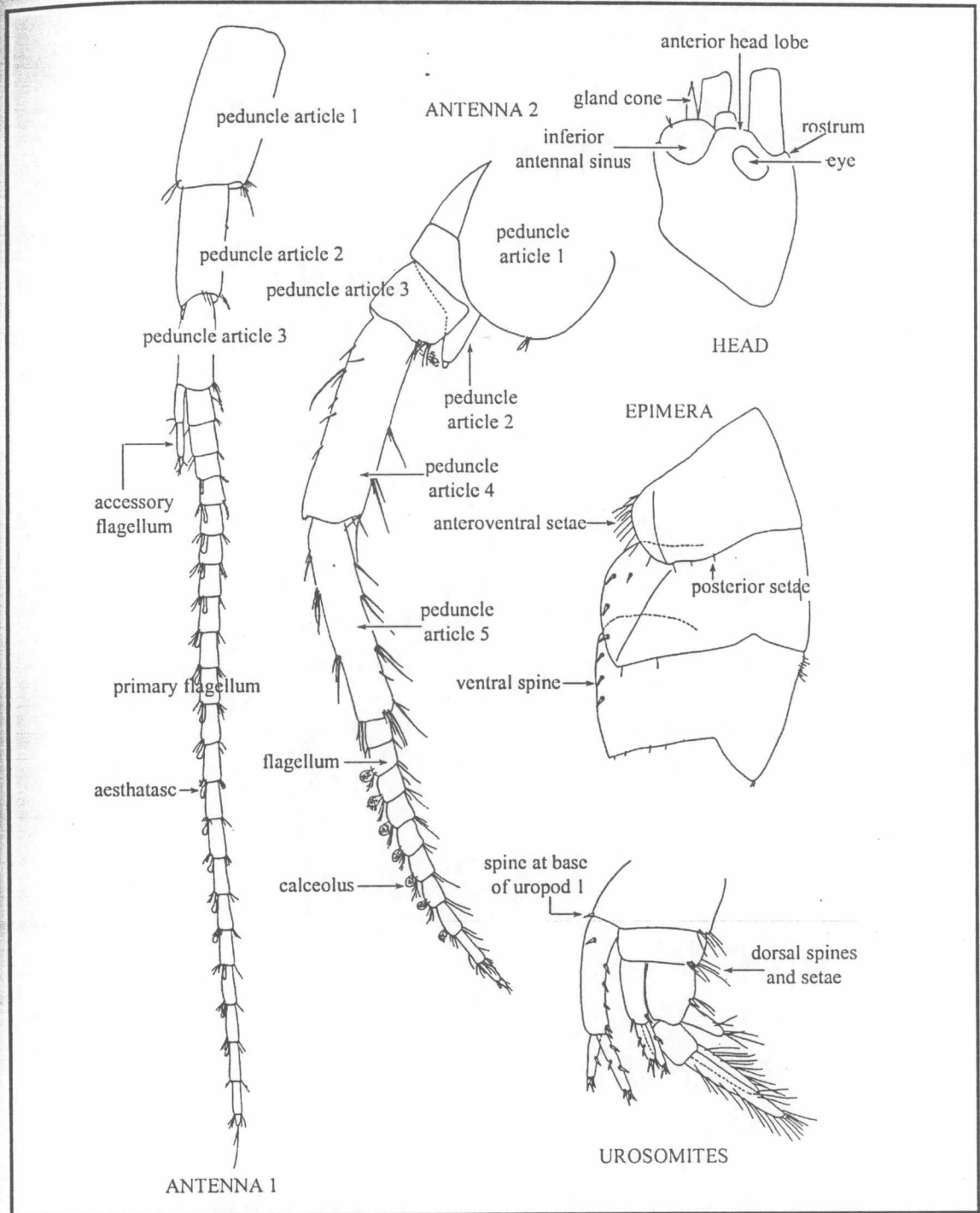


图 2 淡水钩虾外部形态 (头, 第 1 触角, 第 2 触角, 腹侧板, 4-6 腹节) / Fig. 2. Morphology of freshwater Gammaridea (head, antenna 1, antenna 2, epimera, urosomites): 第一触角 (antenna 1): 第一柄节 (peduncle article 1), 第二柄节 (peduncle article 2), 第三柄节 (peduncle article 3), 附鞭 (accessory flagellum), 主鞭 (primary flagellum), 感觉毛 (aesthatae). 第二触角 (antenna 2): 第四柄节 (peduncle article 4), 第五柄节 (peduncle article 5), 鞭节 (flagellum), 鞋状感觉器 (calceolus). 头 (Head): 头前侧叶 (anterior head lobe), 圆锥管 (gland cone), 下触角窝 (inferior antennal sinus), 额角 (rostrum), 眼 (eye). 腹侧板 (epimera or epimeral plate): 腹前缘毛 (anteroventral setae), 后缘毛 (posterior setae), 腹缘刺 (ventral spine). 尾部体节或 4-6 腹节 (Urosomites): 第一尾肢基刺 (spine at base of uropod 1), 背刺和背毛 (dorsal spines and setae).