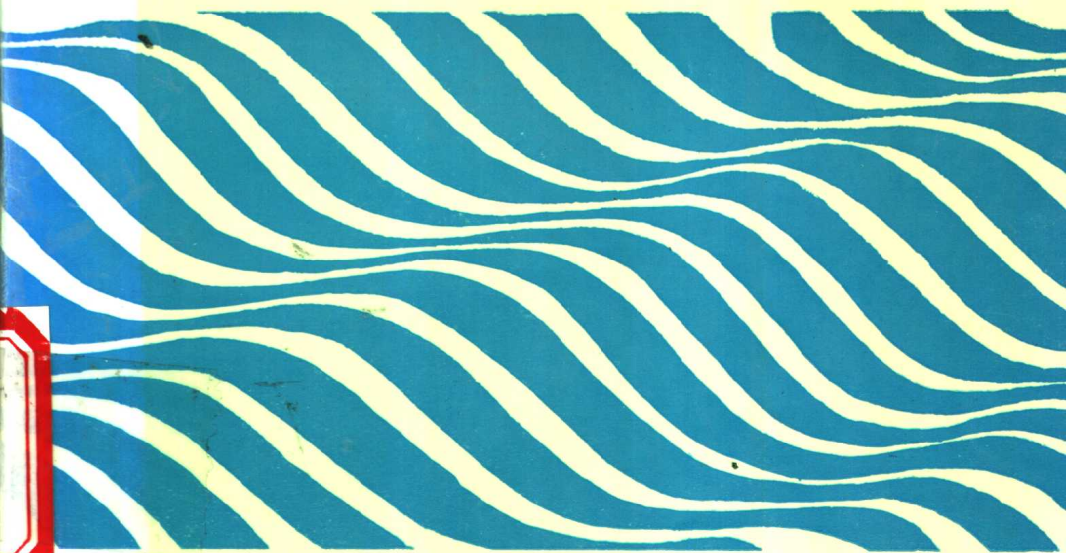


● 郑 重 李少菁 连光山 编著

海洋桡足类生物学



厦门大学出版社

海洋桡足类生物学

郑 重 李少菁 连光山 编著

厦门大学出版社

(闽)新登字09号

海洋桡足类生物学

郑 重 李少菁 连光山 编著

•

厦门大学出版社出版发行

福建省新华书店经销

福建第二新华印刷厂印刷

•

开本 850 × 1168 1/32 10印张 2插页 238千字

1992年10月第1版 1992年10月第1次印刷

印数：1—2000册

ISBN 7—5615—0544—2/Q·21

定价：6.70元

内 容 简 介

本书系《海洋浮游动物生物学》小丛书的第二册,专述海洋浮游桡足类。这是一类小型低等甲壳动物,广分布于世界各大海洋,数量大、种类多是其特点,在海洋浮游生物群落中占有重要地位;同时也是经济鱼、虾类,特别是幼体的饵料基础,具有一定理论和实践意义。本书包括四大部分,即分类、形态、生态(含个体生物学)及生理和生化,而以生态作为本书的重点。本书末了还有一个附录,扼要地介绍了培养方法,以满足养殖者的需要。

此书可供水产和海洋生物工作者参考,也可作为大专院校有关科系教学和科研的参考书。

《海洋浮游动物生物学》小丛书

主编 郑 重 副主编 李少菁

近30年来,通过海上调查和实验研究,我国年轻的海洋浮游生物学已从无到有,从小到大地成长起来了,各类浮游动物的研究已取得不同程度的成果。编者认为,把这些研究成果汇集成册,对教学、科研和调查都有一定帮助。为了争取该书早日问世,拟在最近五年内先把研究比较成熟的浮游甲壳动物编写出版(第一册枝角类、第二册桡足类、第三册磷虾类和莹虾类),以后陆续撰写其他浮游动物(水母类、毛颚类,以及浮游原生动物、软体动物、被囊动物,和浮游幼虫等)。各册内容比较广泛,包括形态、分类、生态、生理、生化等方面。故本丛书称为《海洋浮游动物生物学》较为恰当,本丛书以介绍本国各类浮游动物的研究成果为主,但也适当地增添一些国外较新的资料,特别是一些国内还没有研究或基本空白的生理、生化等方面内容。使本丛书的内容较为全面、充实、新颖,使质量有所提高。希望读者对丛书的各个分册提出批评、指正。

序

本书是《海洋浮游动物生物学》小丛书的第二册，专述浮游桡足类。这是一类小型水生低等甲壳动物，大多营浮游生活，是海洋浮游动物的重要组成部分，特别是在繁殖盛季，它的数量常超过其他浮游动物而成为群落中的优势种。由于种类多（桡足类总共约8405种，包括约4500个海洋种类，其中约2500种是浮游的）、数量大、分布广（遍及世界各海），加之，它既是中、上层经济鱼类（特别是幼鱼）和须鲸类（如北冰洋的鲸）的主要摄食对象，又是养殖鱼、虾类幼体的重要饵料，故具有重要经济意义。此外，它作为食物链的第二环节（或营养层次）或生产力的第二环节（或次级生产力），它把浮游植物的化学能转变为机械能而消耗，并以化学能传递给肉食性（以浮游生物为食料）鱼类（如鲱形鱼类），桡足类在海洋生态系（统）中占着很重要位置。如果没有桡足类的参与，海洋生态系的功能就不可能实现，同时鱼类也不可能生长、繁殖，从而导致海洋生物资源的衰退和渔业的枯竭。由上所述，可见桡足类不论在理论上或实践上都具有重大意义。

本书和前书《海洋浮游枝角类生物学》一样，是以个体生物学（包括生长、生殖、性比、发育、生活史、食性等）和生态为重点，但涉及分类、形态、时、空分布、区系、种群和群落生态、生理、生化以及经济意义、培养方法等，故内容十分广泛。由于作者从事海洋浮游桡足类的分类和分布研究多年，积累了较丰富的资料，曾先后撰写了二本分类专著和多篇有关分布和生态的论文，故把

这些章节写得有些，占了本书的大半。

本书是在《海洋浮游生物学》*的基础上，作了大幅度的补充、修改而成。在文字方面就增加了三倍多。兹将主要补充部分列举如下：(1)在分类部份，本书增添了21种之多（共描述59种），其中以歪水蚤属的增加最多（共计5种），而这些种类都是我国近海（特别是港湾、河口区）的常见种（还编制了56属213种的分属、种检索表），对读者开展渔场和河口的水产资源调查有一定帮助。(2)在个体生态学部分，各章内容都有不同程度的增加，而以摄食生态、种群和群落生态，生殖（尤其是生殖量）、及性（含性决定和性比）等章内容较前书丰富得多。(3)增添了区系、生理和生化各一章。过去还没这么详细，系统地叙述，故在国内尚属首次。(4)为了增强理论联系实际的内容，本书还增添了经济意义和人工培养（作为附录），以利于读者增养殖研究的参考，更有利于“浮游生物渔业”的发展。

为了便于查阅起见，本书把参考文献按照姓名（仅提第一作者）笔划及国家次序（中、日、英、俄）分别列举于每章之末，而不集中于书的后面。由于文献很多，仅将较重要专著和书籍的书名列出，而把一般论文的题目从略，以省篇幅。

本书插图是由厦大海洋系郑谋颂和陈峰二位同志及海洋三所薛文玲同志描绘，特致谢意。

郑 重

1991. 8. 1.

* 本书由“海洋出版社”1984年出版。

目 录

序.....	(i)
绪言.....	(1)
第一章 形态.....	(3)
第二章 分类.....	(26)
第三章 分布	(126)
第四章 区系	(144)
第五章 种群、群落生态	(164)
第六章 摄食生态	(174)
第七章 生长、大小	(200)
第八章 生殖、性	(209)
第九章 发育、生活史、寿命	(228)
第十章 发光、寄生	(244)
第十一章 生理、生化	(254)
第十二章 经济意义	(297)
附 录 培 养	(302)
索 引	(309)

绪 言

在庞大、复杂的海洋浮游动物群落中，桡足类不论在种类组成上或数量上，常占优势。这在近海水域，特别是在繁殖盛季（一般是夏季），尤其如此。由于它既是浮游植物的摄食者，又是鱼类的饵料基础，桡足类在食物链、生产力和能量流动中占着关键性位置。它的数量分布可作为捕捞鱼类、寻找渔场的科学依据。上述几点显示了桡足类在理论上（海洋生态系统）和生产上（渔业）的重要性，同时也阐明了桡足类研究蓬勃发展的原因。

和其他浮游动物一样，桡足类研究也是从分类研究开始。远在1770年，Gunnerus已在挪威北岸海域发现一种桡足类，订名为*Monoculus finmarchicus*（改名为飞马哲水蚤*Calanus finmarchicus*）。之后，Claus（1863）首先研究桡足类的分类，并涉及发育等生物学问题。接着，Brady（1883）根据蔡伦权远征队（Challenger Expedition）采集的标本，对桡足类的分类作了较全面研究，研究的对象很广，包括淡水和寄生种类，除了撰写蔡伦权报告（桡足类卷）外，还撰写《英国桡足类》5卷。此外，Giesbrecht（1892）撰写了著名的意大利《那不勒斯湾（Naples Bay）的浮游桡足类》专著。从1900年开始，研究桡足类日益增多，其中以Sars（1903）的分类研究最为突出。他的《挪威甲壳类》系列巨著的Ⅳ—Ⅶ卷是专述桡足类的。他根据分类、形态和生态特点，提出了完整的分类系统，为桡足类的分类研究奠定了坚实基础。近50年来，研究重点已从分类、形态发展到个体生物学（包括生长、生殖、发育、生活史、食性等）和

生态学（包括时、空分布和种群、群落生态等）。Marshall & Orr (1955) 的《飞马哲水蚤生物学》专著，就是突出的一例。可是，这书仅对一种桡足类的生物学作了详尽叙述，而没涉及桡足类的分类、分布、区系等部分。近年来，随着新仪器和新技术的发明、创造，实验生态学、生理学和生化学研究开始蓬勃发展起来。最近，Corner等（1986）主编的《桡足类生物化学》一书，为桡足类的生化研究，作出了良好开端，也将桡足类研究提到更高水平。毫无疑问，桡足类研究和其他动物研究一样，将从宏观向微观，从描述到实验，从定性到定量的研究方向发展。换言之，它将向与数理化结合的边缘或杂交科学方向发展。

回顾我国海洋桡足类研究，已从解放前的基本空白发展到目前的生态学阶段，可说是前进了一大步，发表的论文正与日俱增。值得提出的是，陈清潮（1965，1974）、连光山（1978，1984）和作者等（1965，1982）撰写的分类专著，为我国海洋浮游桡足类的分类研究打下了可靠基础；同时，有关桡足类的个体生物学（如生长、生殖、发育、生活史及食性等）和生态学（如分布、区系、种群生态等），以及生理、生化（如代谢生理、生化成份等）等研究也已陆续发展起来，在有的领域（如生长、生殖、发育、食性、分布等）已发表了不少论文，而论文的数量正与日俱增。作者深信，在不久将来，我国海洋浮游桡足类研究在某些前沿领域，一定会赶超世界先进水平。

第一章 形 态

形态是分类的基础，也是一门古老的生物科学。对桡足类来说，外部形态（尤其是附肢）特别重要，是鉴定种类的主要依据。故本书在这方面作了较多叙述。但在国外，专门从事桡足类形态研究的人远比分类者少。因此，有关这方面的文献也相应减少。据作者所知，仅 Lowe (1935)、Marshall (1955)、Schram (1986) 等曾作过这方面研究，主要是以飞马哲水蚤 (*Calanus finmarchicus*) 作为研究对象，而在我国，李少菁 (1963) 也曾对太平洋哲镖水蚤（现已改名为中华哲水蚤 (*C. sinicus*)）作过比较形态研究。这些研究为桡足类的形态研究打下初步基础。今后，应在这基础上，用电子显微镜进行较深入、细致的形态研究，这对分类和生理研究的发展，也有一定帮助。

桡足类和其他低等甲壳动物一样，身体有一层较硬的体壁（含几丁质和蛋白质）包被着，故身体生长必须通过蜕皮来进行，而身体在蜕皮时的扩张是通过血液渗透和水份吸收来实现的。这个较硬的皮层（角质层）是由上皮层细胞形成的，包括下列二层：薄的外皮层含蛋白质，但缺几丁质；而厚的内皮层含几丁质。值得一提的是，几丁质不但在体壁内有，并且在包被前肠和后肠的表皮内也有。

（一）外部形态

海洋浮游桡足类是小型低等甲壳动物，一般体长为 1—4 毫米，最大可达 13 毫米。它的体形是多种多样的，这和生活环境有

关。一般浮游种类的躯体呈圆筒形，具有较发达的附肢和刚毛；而底栖种类则扁平、狭长、具有较小的附肢和刚毛；寄生种类的体形反常，常有吸盘，而附肢和刚毛退化。

桡足类身体的颜色多样化，具有保护意义。这是对环境的一种适应。一般表层种类的身体透明、无色或呈蓝色，这是因其内表皮含有类胡萝卜素的蓝色素的缘故；深海种类，因含有甲壳素（crusta），故常带红色；而热带海桡足类的色彩则更鲜艳美丽。

1. 身体分段、分节（图 1）

桡足类的身体分节明显，由 16—17 个体节组成，但由于愈合的结果，一般不超过 11 节。身体分为前体部（metasome）和后体部（urosome）。在这两个部分之间有一个活动关节，其位置是区别不同‘目’的桡足类的根据之一。在哲水蚤目，这个活动关节位于第五胸节与第一腹节之间；在剑水蚤目和猛水蚤，位于第四、五胸节之间；而在怪水蚤目则位于第三、四胸节之间。

前体部包括头部和胸部。头部由头节（5 个体节愈合而成）和第一胸节（有时和第一、二胸节）愈合而成。头部的前端部分称前额（frontal），在它的腹面常有刺状或线状突起，称为额角（rostrum）；在前额的背面常有一个单眼或一对晶体。胸部由 3—5 节组成（应有 6 节，但在有些种类，第一或第一、二胸节与头节愈合，末 2 个胸节也常愈合）；各节均具 1 对附肢。最末胸节的后侧角形状，在哲水蚤目常随种类而异，故在种类鉴定上有一定意义。后体部包括腹部（哲水蚤目）或末胸节和腹部（剑水蚤目、猛水蚤目），或末 2 胸节和腹部（怪水蚤目）。腹部不具附肢，一般由 3—5 节组成，节数有雌雄区别——雄性比雌性多 1 节。第一腹节称生殖节，具生殖孔；在雌性，腹面膨大为生殖突（起）。这个腹节的形态是鉴定种类的重要依据之一。最末

腹节称肛节或尾节，肛门位于其背面末端；尾节末端有一对尾叉（caudal furca），尾叉的形状、长度随种类而异，其末端有5根不等长的刚毛，刚毛的发达程度与水温有关，一般热带种类的刚毛较长，常呈羽状。这是适应浮游的一种机制。

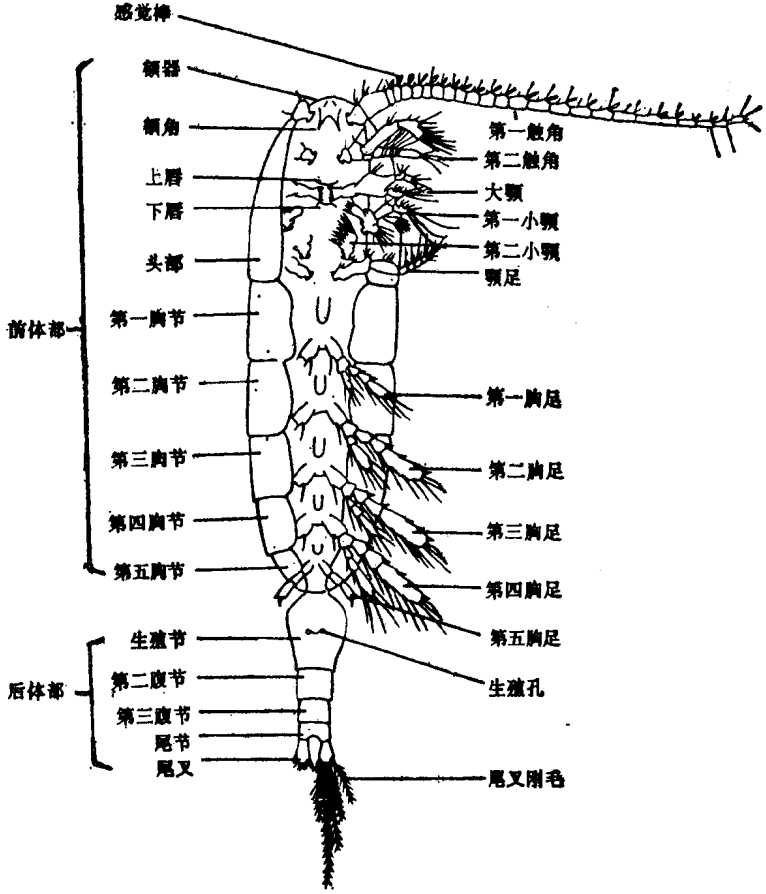


图1 雌性桡足类的腹面观（仿Giesbrecht等1898）

2. 附肢

桡足类有以下11对附肢。图2 表示各种附肢的基本形态。

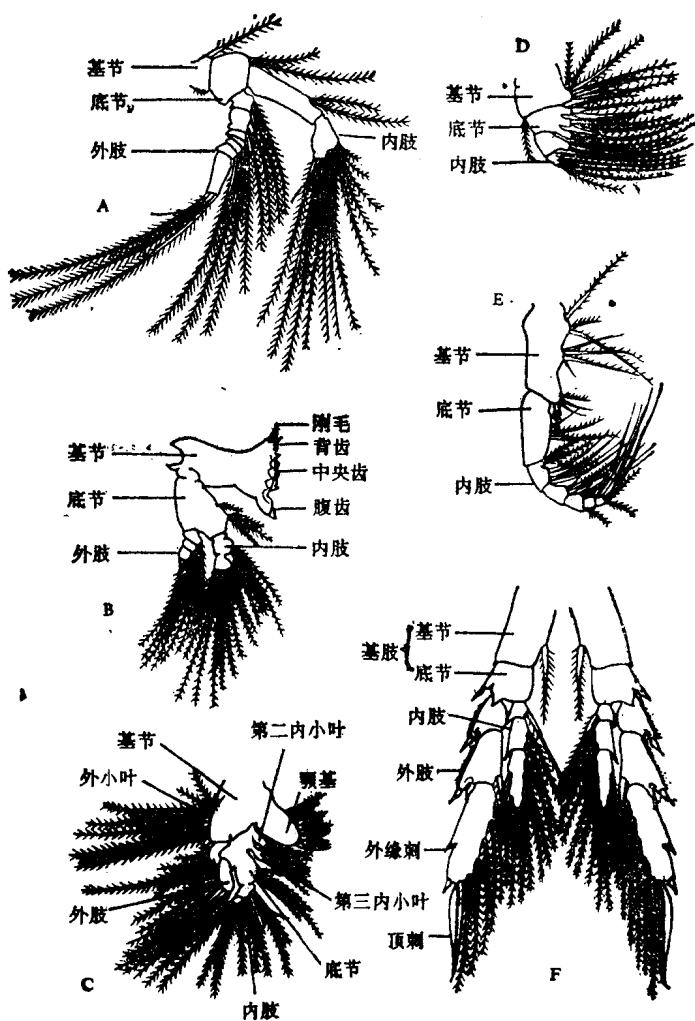


图2 桡足类的附肢 (仿郑重等, 1965)

A 第二触角, B 大颚, C 第一小颚, D 第二小颚
E 颚足, F 胸足

(1) 第一触角 (图3) 这是一对单肢型的、细长、分节的附肢, 位于头部前端两侧, 一般有明显雌雄区别, 雄者具有较多的

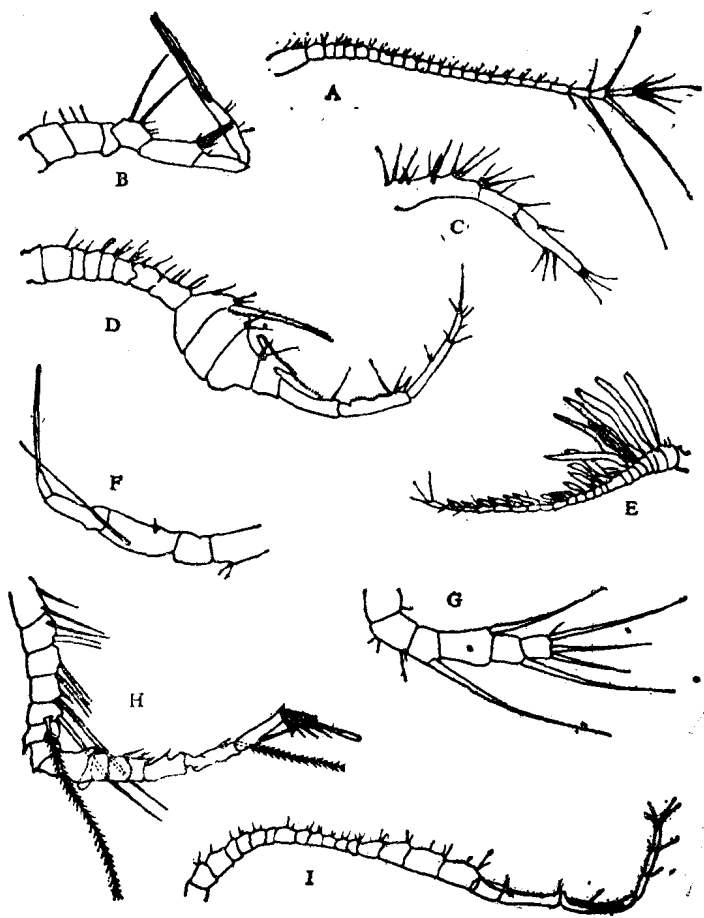


图3 第一触角 (仿郑重等, 1965)

A 针刺拟哲水蚤 (*Paracalanus aculeatus*) ♀; B 小盘盔头猛水蚤 (*Clytemnestra scutellata*) ♀; C 达氏叶剑水蚤 (*Sapphirina darwinii*) ♀; D 刺尾角水蚤 (*Pontella spinicauda*) ♂; E 小袖水蚤 (*Chiridiella reducta*) ♂; F 挪威小星猛水蚤 (*Microsetella norvegica*) ♂; G 近缘大眼剑水蚤 (*Corycaeus afinis*) ♀; H 大同长腹剑水蚤 (*Oithona similis*) ♂; I 瘦尾胸刺水蚤 (*Centropages tenuiremis*) ♂

感觉毛或感觉棒 (aesthetasc)，并常特化为执握肢；在哲水蚤目，左或右触角改变为执握肢；在猛水蚤和剑水蚤目，左右触角均特化为执握肢。它是用于在交配时把雌体抓住。第一触角的长度和节数，与生活习性有关。例如，完全营浮游生活的哲水蚤类较长（23—25节）；部分营浮游生活的剑水蚤类较短（6—17节）；而营底栖生活的猛水蚤类最短（5—9节）。这是因为触角伸长，有助于增加与水接触的表面积，从而有利于浮游。

(2) 第二触角（图4）这是一对双肢型附肢，位于第一触角的后方。一般由2节基肢，2节内肢和5—7节外肢组成。各节

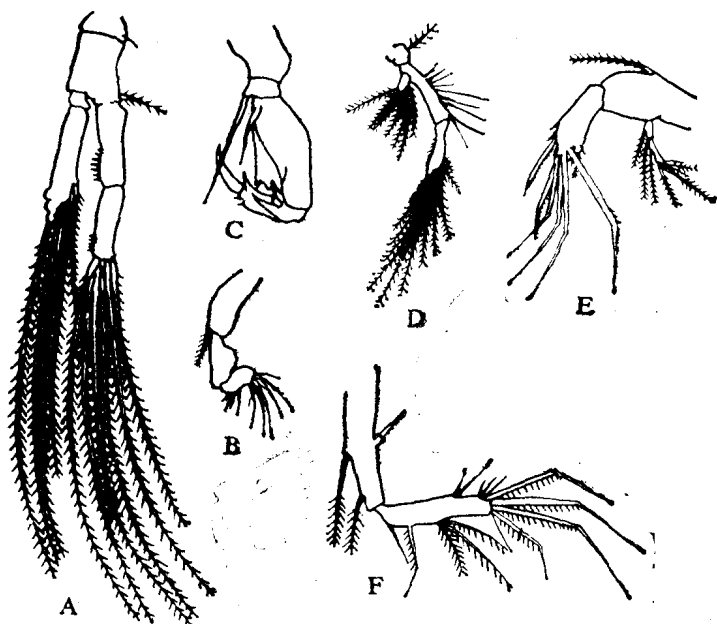


图4 第二触角（仿郑重等，1965）

A 特氏歪水蚤 (*Tortanus derjuginii*) ♀; B 丽隆剑水蚤 (*Oncaea venusta*) ♀; C 美丽大眼剑水蚤 (*Corycaeus speciosus*) ♀; D 太平洋纺锤水蚤 (*Acartia pacifica*) ♀; E 单尾猛水蚤 (*Harpacticus uniremis*) ♀; F 羽状长腹剑水蚤 (*Oithona plumifera*) ♀

的内缘和内、外肢末节的远端都有刚毛。内、外肢结构和长短比例是分类根据之一。在哲水蚤目和猛水蚤目，基本为双肢型；在剑水蚤目，外肢退化为单肢型，而在怪水蚤目，这对触角完全退化。第二触角和食性有关：在滤食性种类的活体，可看到它们不停地摆动，引起水流，把微小的食物送入口中；在捕食性种类，由于感觉毛的感觉作用，易于觅食。

(3) 大颚(图5)这对口器附肢位于第二触角后方的上唇下

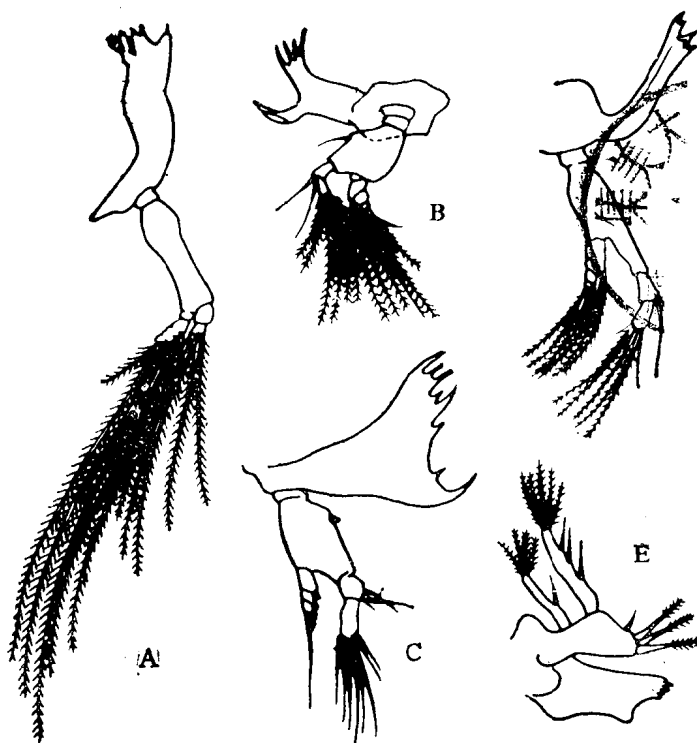


图5 大颚(仿郑重等, 1965)

A 特氏歪水蚤 (*Tortanus derjuginii*) ♀; B 强壮异肢水蚤 (*Heterorhabdus robustus*) ♀; C 叶水蚤 (*Phyllopus muticus*) ♂; D 叉海羽水蚤 (*Halopphilus chierchiae*) ♀; E 猛水蚤科 (*Harpacticidae*)