

对 虾 养 殖

王良臣 刘修业 编

南 开 大 学 出 版 社

对 虾 养 殖

王良臣 编
刘修业

南开大学出版社

内容简介

对虾已成为我国重要的出口创汇产品，但目前我国在养殖技术、饵料配方、饵料工业等方面还远远落后于生产。本书以发展对虾生产为目标，重点介绍了对虾的生物学，对虾育苗技术、虾场建造，对虾养成，亲虾越冬，虾病及其防治，对虾的营养等在养殖对虾过程中常遇到的各类问题及解决办法。

对 虾 养 殖

王良臣 刘修业 编

南开大学出版社出版

(天津八里台南开大学校内)

邮政编码 300071 电话 34.9318

新华书店天津发行所发行

河北省邮电印刷厂印刷

1991年4月第1版 1991年4月第1次印刷

开本：850×1168 1/32 印张：11.125

字数：278千 印数：1—2000

ISBN7-310-00346-2/Q·13 定价：9.50元

前 言

近年来，在党中央对外开放，对内搞活及一系列富民政策鼓励下，我国沿海地区对虾养殖业得到了蓬勃发展。养殖面积每年以59%的递增速度向前发展，由1979年的10万亩发展到1987年的194万亩；亩平均单产由12公斤提高到80公斤；年总产由1200吨增加到15万吨。每年有3万余吨进入国际市场，已成为我国重要出口创汇产品。但是，养殖技术、饵料配方、饵料工业等还远远落后于生产发展，饵料资源严重不足。因此，养虾业仅靠兴建新池，增加养殖面积，难以使养虾业持续发展。必须采取积极措施，迅速提高养殖人员的管理和技术水平，加强饵料配比研究，开发新饵料资源等，对虾养殖业的发展才可能建立在坚实可靠的基础之上。

本书以发展对虾生产为目标，力求做到理论与实践相结合，使读者不仅知其然，而且知其所以然。适当介绍现代科学知识，帮助读者从当前看到今后，以适应对虾商品生产发展的需要。又可供大专院校生物系、水产系师生及有关科技工作者参考之用。

全书共七章，每章突出一个中心内容。书后还附录一些常用参数与有关名词术语，供读者随时查阅，力求做到一书多用。

各章主要内容：

第一章，对虾生物学。介绍对虾的基础知识和生活习性，以及生殖和摄食规律，是养虾工作者必要的理论基础。

第二章，对虾育苗技术。为育苗工作者提供育苗基本知识，在实践中如何操作和怎样解决育苗中出现的问题。

第三章，虾场建造。为新建虾场提供科学依据和必要的参数。作者根据多年虾场建造之经验，提出了新设想。对建什么样的虾

场，建在什么地方，什么样的虾场经济效益最大、收效最快等，都作了系统阐述。

第四章，对虾养成。提供了系统养虾技术，总结了历年养虾经验，对养成过程中遇到的问题以及如何解决等，都作了明确叙述。

第五章，亲虾越冬。作者根据自己切身经验，总结了亲虾越冬的全过程，并介绍了人工移殖精英和人工授精的基本方法。

第六章，虾病及其防治。描述了各种虾病的特征，发病的原因，造成的危害及如何防治等。

第七章，对虾的营养。讲述了养殖对虾所需营养的需求量，怎样满足这种需求，对虾人工配合饵料的配制以及质量评价等。

本书以王良臣、刘修业、黄森坤、张景旺、沈静安、徐锦兹等1986年编写的《对虾养殖技术》教材(讲义)为基础，由王良臣、刘修业加以修改、补充，重新编写而成。由于编者水平所限，加之时间匆促，缺点、错误在所难免，敬希读者批评指正。

作 者

目 录

第一章 对虾的生物学特性	(1)
第一节 对虾的形态和构造.....	(1)
第二节 对虾的生活习性.....	(17)
第三节 我国对虾主要养殖种类.....	(39)
第二章 对虾人工育苗	(48)
第一节 对虾人工育苗概况及方法.....	(48)
第二节 对虾育苗场的设计.....	(53)
第三节 对虾人工育苗的准备.....	(63)
第四节 对虾人工育苗的工艺流程.....	(65)
第五节 对虾幼体的培育.....	(77)
第三章 养虾场的建造	(88)
第一节 养虾场的场址条件和主要建筑的布局.....	(88)
第二节 虾池的设计和建造.....	(96)
第三节 扬水站的设计.....	(122)
第四章 对虾养成	(125)
第一节 放苗.....	(125)
第二节 投喂和日常管理.....	(132)
第三节 养虾池中的有害生物.....	(149)
第四节 出池.....	(160)
第五节 对虾的加工.....	(162)
第六节 养虾的经济效益.....	(164)
第五章 亲虾越冬培育	(170)
第一节 亲虾越冬设施.....	(171)

第二节	越冬亲虾	(175)
第三节	亲虾越冬管理	(177)
第四节	越冬亲虾的培育	(187)
第五节	对虾精荚移植和人工授精	(191)
第六节	亲虾越冬存在的问题	(193)
第六章	虾病及其防治	(196)
第一节	常见虾病及防治	(196)
第二节	虾病的检查和诊断	(213)
第三节	对虾发病和环境污染原因	(216)
第四节	对虾养殖中常用药物和使用方法	(222)
第七章	对虾的营养	(228)
第一节	对虾的物质组成	(229)
第二节	对虾对各种营养的需求	(233)
第三节	各化学成分的生理意义	(257)
第四节	对虾天然饵料	(268)
第五节	人工配合饵料	(295)
附录		(340)
参考文献		(348)

第一章 对虾的生物学特性

虾、蟹以及昆虫等都同属于一门动物，因为它们的肢体都是分节的，所以统称为节肢动物。

虾、蟹身体表面都包被着一层坚韧的沉积有钙质的几丁质外壳（或称外骨骼），外壳坚硬如甲，所以动物学上把虾蟹类称为甲壳纲。甲壳纲动物虾蟹与人类关系极为密切，因此，认识对虾的生物学特性，从而掌握其生长发育规律及其在整个生命活动中所需要的外界条件，以便在资源保护，生产利用和养殖生产方面采取科学的管理方法及有效的措施，对于获得良好的养殖效果，提高经济效益，具有重要的现实意义。

第一节 对虾的形态和构造

一、对虾名称的来历

对虾这个名字，我国北部沿海居民是十分熟悉的。一提到它，就会使人联想到它那肥硕的身体和鲜美的滋味。

至于为什么叫它对虾，是不是因为它们一雌一雄常常成对地相伴在一起呢？不是的。它所以被称为对虾，是因为它体形比较大，过去在北方市场上，常以一对为单位来计算它的售价。过去渔民统计他们的劳动果实时，习惯上也是按“对”计数。“对虾”这一名称，就这样流传下来了。对虾的种类很多，生活在黄渤海的对虾只有一种，依其特征，在分类学上把它称为中国对虾（*Penaeus*

orientalis)。下面以中国对虾为例，叙述其形态构造与生活习性。

二、对虾的形态构造

1. 外形特征 (图1-1)

对虾体长而侧扁，雌虾长18~23.5厘米，雄虾较小，约13~17厘米。体分头胸部及腹部两部分。头胸部由5个头节及8个胸节相互愈合而成，外被坚硬的头胸甲。内脏的主要部分如胃、肝、心脏和生殖腺前部都保护在头胸甲下面，只有肠和生殖腺的后部才从头胸甲向后延伸到身体末端。腹部由7个体节组成，各节的外骨骼常分为背面的背片，腹面的胸片及侧面下垂的肋片。各节间有膜质的关节，因此对虾腹部屈伸自如。

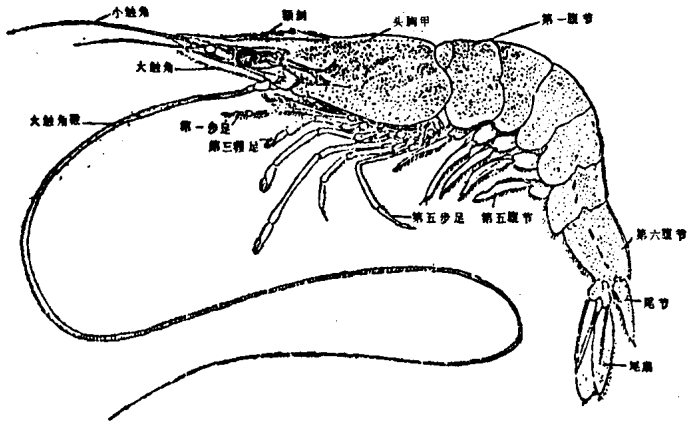


图 1-1 对虾的外形

对虾头胸甲的前端中部，有一长而尖的突出部分，称为额剑（额角），上缘具7~9个短棘，呈锯齿状，下缘具3~5个短棘。额剑两侧有一对能活动的眼柄，顶端着生复眼。口位于头胸部腹面，其前方有上唇一片，后有下唇两片。

对虾的体色常随环境的变化而变化，且与年龄有关。幼体全身有小的褐色斑点，成虾则具暗蓝色斑点。它们的身体略透明。体色

变化是由体壁下面的色素细胞调节的。色素细胞中的色素颗粒扩大，体色变深，反之则浅。虾蟹一类的甲壳动物，主要色素由类胡萝卜素同蛋白质互相结合而构成，在高温下与无机酸、酒精等相遇，蛋白质沉淀而析出虾红素（astacin）或虾青素（astaxanthin）。虾红素色红，熔点较高，为238~240°C，所以在沸水中色素细胞破坏后，它仍不起变化，因此煮熟的虾蟹都呈红色。

对虾除尾节外，每一节体都有一对分节的附肢。其中头部5对；胸部8对；腹部6对，共19对。各节的附肢，由于执行的功能不同，因而有不同的形式。用于游泳的内外肢节均发达；用于捕食及爬行的则外肢节消失，内肢节发达而多分节。生于口器附近的原肢节发达，适于抱持食物或研磨食物。

对虾的头胸部附肢，共13对，依次为：

(1)第一触角(小触角)(antennule)(图1-2A)：为司嗅觉、平衡及身体前方触觉的器官，较短。原肢由三节组成，第一节最长，其背面有一大凹陷，为容纳眼球处，平衡囊即位于这一节基部的毛丛之中(图1-2B)。原肢基部的边缘有一不很明显的柄刺(stylocerite)，内缘中部有伸向前方的叶片状内侧附肢，能自由转动。第三节末端具有触鞭二根，一外一内，分别称为外鞭及内鞭，两鞭之间，还有一短的附鞭，司触觉。

(2)第二触角(大触角)(antenna)(图1-2C)：较长大，主司身体两侧及后部的触觉，帮助游泳，掌握方向。原肢为二节，与身体相接合的底节不明显，第二节为基节，很粗壮。外肢宽大，长方形，名为大触角鳞片。内肢细长，由三节的大触角柄及一根长的触鞭构成。

(3)大腭(mandible)(图1-2D、E)：坚硬，可以切碎食物，为主要的咀嚼器官。由原肢形成强有力的咀嚼器，分为切齿及臼齿部。前者很扁，边缘生有数个小齿；后者较圆厚，接触面上有突起。内肢变为宽大的触须，由两节组成，呈叶片状。

(4)第一小腭(first maxilla)(图1-2F)：为抱握食物以

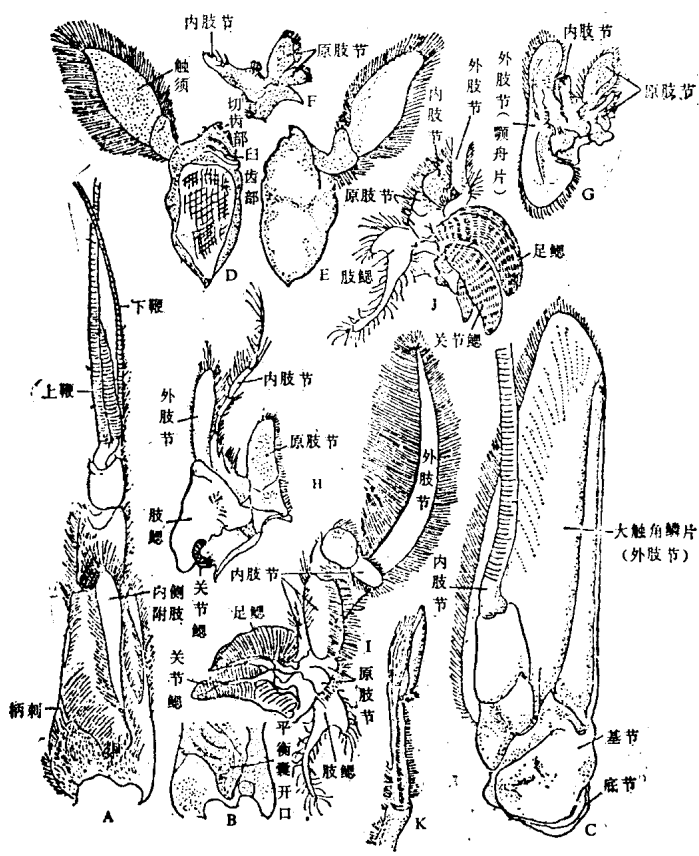


图 1-2 对虾的部分附肢

A, 第一触角; B, 同前, 示背面之密毛已除去; C, 第二触角, 腹面; D, 大腭内面; E, 大腭, 外面; F, 第一小腭; G, 第二小腭; H, 第一颚足; I, 第二颚足; J, 同前, 示基部外面; K, 雄性第三颚足末端两节的外侧面

免脱落及撕碎食物的器官。原肢为两节，都呈小片状，位于内侧，称为腭基 (gnathobase)，其内缘生有硬刺毛。外侧一片为内肢，由两节或三节构成。

(5) 第二小腭 (second maxilla) (图 1-2G): 为辅助摄食、帮助呼吸的器官。原肢为两节，呈片状，较大，每片又分为两小

片。外肢极发达，呈叶片状，名为腭舟片，用以扇动海水流动于鳃旁，以利呼吸。内肢很小，夹在原肢与外肢之间。

(6) 第一腭足 (first maxilliped) (图1-2H)：原肢为两节，底节侧生一薄片状的顶肢节，称为肢鳃，有助于呼吸。内肢节细长，为一具五节的须状物，外肢节片状，与内肢节相接近。

(7) 第二腭足 (second maxilliped) (图1-2I、J)：原肢为两节，底节也具肢鳃；内肢五节，末二节折向基部，呈屈指状。外肢不分节，长而边缘密生刚毛，有助于游泳。底节还向外突成一足鳃 (podobranchia)，附肢与身体相连的地方还具有两个关节鳃 (arthrobranchia)，用以呼吸。

(8) 第三腭足 (third maxilliped) (图1-2K)：原肢为两节，内肢细长如棒，五节，遍生刚毛。内肢端部雌雄异形，雌者指节细小，接于掌节的末端；雄者指节较长，外侧背面微凹，掌节之顶端突出于指节基部的上方，突出处末端生密毛一丛，沿指节背面向前伸出。外肢节极发达，遍生长刚毛。具鳃。

(9) 步足 (pereopod)：共5对，为捕食及爬行之器官。步足基本上皆由7节构成，外肢自第2节上生出。各节名称如下 (图1-3)：

底节 (coxopodite)

基节 (basipodite)

座节 (ischipodite)

长节 (meropodite)

腕节 (carpopodite)

掌节 (propodite)：在钳足中分为两部分，即掌部 (palm)

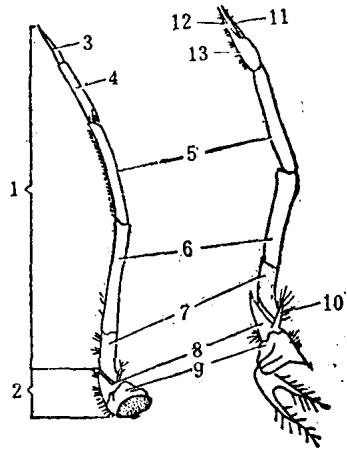


图 1-3 对虾第2 (右) 及第4 (左) 步足
1, 内肢, 2, 基肢, 3, 指节, 4, 掌节,
5, 腕节, 6, 长节, 7, 座节, 8, 基节,
9, 底节, 10, 外肢, 11, 可动指 (指节),
12, 不动指, 13, 掌部

及不动指 (immovable finger)。

指节 (dactylopodite)：在钳足中称为可动指 (movable finger)。

在5对步足中，第1步足 (first pereopod)、第2步足 (second pereopod)、第3步足 (third pereopod) 呈钳状，外肢不发达。而第4步足 (fourth pereopod)、第5步足 (fifth pereopod) 呈爪状，外肢亦不发达。

(10)腹部附肢：共6对，为主要游泳器官，原肢多为一节，内外肢节都不分节，边缘具羽状刚毛。第一腹肢 (first pleopod) 的外肢两性皆发达，雌性内肢极小，雄性内肢变形，成为雄性交接器 (petasma) (图1-4A、B)。第二腹肢内肢和外肢均发达。雄性内肢的内侧具一小型雄性附肢 (图1-4C)。第3~5腹肢形状相同，内外肢皆发达。尾肢的原肢粗短，内外肢宽大，与尾节合称尾扇。

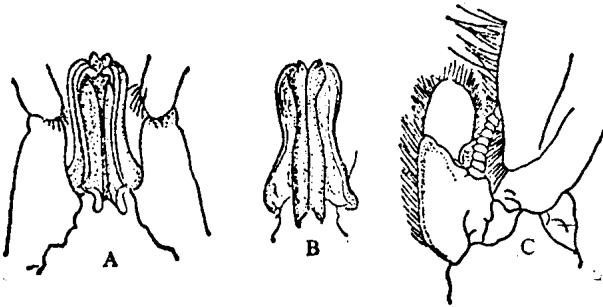


图 1-4 雄虾生殖附肢

A, 交接器腹面, B, 交接器背面, C, 雄性附肢

为了便于查阅，各体节附肢及其主要功能如表1-1所示。

2. 内部解剖

(1)肌肉系统：肌肉系统的功能是通过其本身能收缩的特性，使动物机体进行各种动作，以进行游泳、摄食、自卫及其它与生命有关的运动。

对虾的肌肉为横纹肌，为许多强有力的肌肉束，分布在头、胸、腹的内部，其中以腹部肌肉最为发达。肌肉束往往成对起拮抗作用，可分为伸肌和屈肌两大部分（图1-5），它们互相协调而作迅速的伸缩运动，使对虾在水中能作强有力的游动。对虾的背伸肌不发达，位于腹部背面，恰在肠管的上方（图1-5），它的起点附着在胸部侧壁，向后伸入腹部，终止于每一腹节的背板内侧。腹屈肌特别发达，几乎占整个腹部，与斜伸肌如绳索一样绞在一起，构成强大的肌肉块。腹屈肌及斜伸肌的强力收缩，可使腹部急剧屈折，尾扇把水推向前方，虾体便可迅速后退。对虾的背伸肌不发达，因而运动能力弱，所以其伸直运动往往比较缓慢。其向前的运动主要依靠腹肢运动来完成。此外还有复眼肌，通往复眼的柄部，使眼柄能竖立或纳入眼窝内。在头胸部内还有大颚转肌、触角肌及胸腹肌等通往各有关器官，以支配它们的运动。

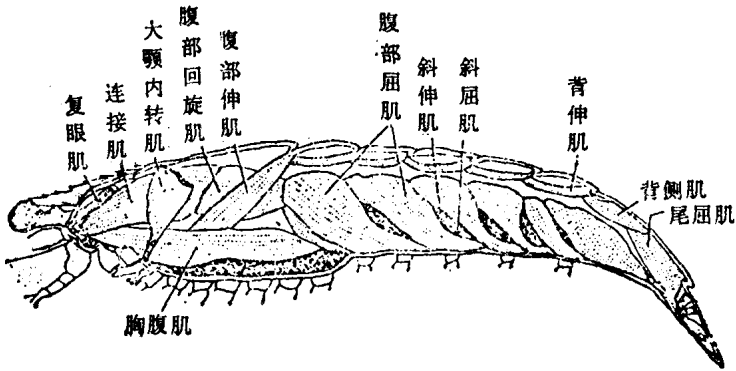


图 1-5 对虾的肌肉结构

(2) 消化系统：对虾和其它动物一样，需要经常摄食，从食物取得能源以进行各种生命活动，又从食物取得原料以建造自己的身体和修补损耗的或被破坏的组织。任何食物在被身体利用以前，都必须经过消化作用。消化可分为机械消化和化学消化两类。机械消化使食物从大颗粒变成小颗粒；化学消化使大分子变为小分子，不

溶解的物质变为可溶物质。执行消化功能的是消化系统，它包括消化道和消化腺两大部分。

对虾的消化道由前、中、后肠组成。前肠及后肠起源于外胚层，因而具有几丁质的内膜。这两部分比较发达。中肠由内胚层发生，很短，无几丁质内膜。前肠包括口、食道及胃。口位于两大腭之间。食道为短管状，其后为胃（图1-6），分为前部的贲门胃及后部的幽门胃，贲门胃是一个薄壁的囊，具有由3个钙质齿组成的胃磨（gastric mill），能磨碎食物，进行机械消化。幽门胃紧接于贲门胃，其内布满刚毛，可过滤食物以免粗物入肠。中肠很短，两侧有一对大形消化腺——肝胰脏，有肝管通入中肠，能分泌消化液以进行化学消化及吸收营养物质。后肠很长，在腹部背面；末端又称直肠，具有肠腺，肛门位于尾部腹面。未被消化吸收的物质经肠道、肛门排出体外。

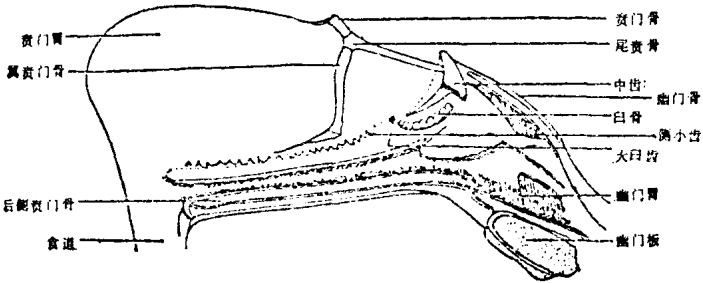


图 1-6 对虾胃的侧面观

(3)循环系统：循环系统的功能是运输物质，把已消化的食物从消化道运送到各器官组织，把氧从鳃运送到各组织细胞，代谢作用所产生的废物则运送到有关结构进行及时处理。此外，通过循环系统还可调节体内渗透压、氢离子浓度和盐类以及其它物质的含量，以保持体内环境的基本稳定。其循环系统的结构如图1-7所示。

对虾为开管式循环。心脏位于头胸部背部的围心室内，扁囊

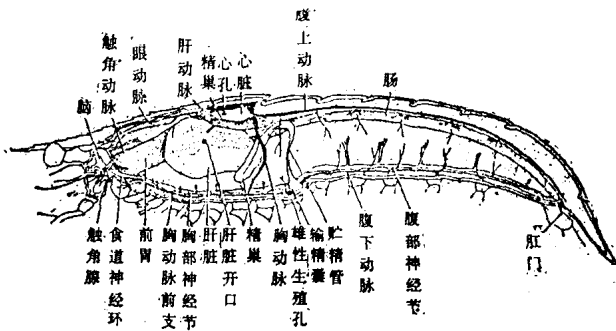


图 1-7 对虾的解剖

状，肌肉质，以心孔与围心窦相通。心孔4对，两对在背面，一对在前侧面，一对在腹侧面。心孔具瓣膜，可防止血液倒流。心脏发出6条动脉，把血液分送至全身各部。心脏前端有3条，一条为眼动脉，两条为触角动脉，心脏侧面各有一条肝动脉通入肝脏。心脏后面发出一条腹上动脉。这条动脉除为腹部背面的体后端供血外，还在基部分出一条胸直动脉，穿过头胸部中央，直达胸部腹面，在腹神经索下面分为前后两支，为胸部及腹部的腹面供血。在动脉内也有瓣膜，血液从动脉经小动脉流入组织间的血窦内，再由血窦将血液收集到胸部底面的胸血窦，通过入鳃血管进入鳃内交换气体，新鲜血液从出鳃血管进入鳃心窦，最后流回围心窦，经心孔返回心脏。如此周而复始地运行不息。血液无色，血浆内含血清蛋白，即血蓝素，可携带氧气到组织中去。此外血浆内还有变形细胞。

(4)呼吸系统：呼吸系统的功能是进行气体交换，从水的环境中吸收氧气，把新陈代谢中所产生的二氧化碳排出到体外。

对虾以鳃呼吸，鳃位于胸部两侧的鳃腔内，外面被头胸甲的侧板所覆盖，称为鳃盖（branchiostegite）。鳃由细微分枝状物——鳃丝组成（图1-8A、B），系皮肤向外突出而成。每个鳃上具有一个鳃轴及许多分枝的鳃丝，借以增加气体的交换面积，这种鳃叫做枝状鳃型。鳃轴内有入鳃血管和出鳃血管，它们都有分枝通入鳃