

DOI: 10.3724/SP.J.1035.2010.00236

广东大亚湾六种海洋刺钩类纤毛虫的形态学研究

董俊 刘炜炜 李继秋 林晓凤

(华南师范大学生命科学学院原生动动物学研究室, 广东省高等学校生态与环境科学重点实验室, 广州 510631)

摘要: 利用活体观察及银染法首次对采自广东大亚湾沿岸的盐菲阿虫 *Phialina salinarum* Kahl, 1928, 海洋长吻虫 *Lacrymaria marina* Kahl, 1933, 惊扰伪颈毛虫 *Pseudotrachelocerca trepida* (Kahl, 1928) Song, 1990, 贪食纤口虫 *Chaenea vorax* Quennerstedt, 1867, 柱核柱毛虫 *Cyclotrichium cyclokaryon* Meunier, 1907 和加冈栉毛虫 *Didinium gargantua* Meunier, 1910 六种刺钩类纤毛虫进行了形态学研究, 补充了活体形态学以及纤毛图式等分类学新信息。首次观察到了海洋长吻虫体纤毛基部的皮层颗粒和柱核柱毛虫大亚湾种群较青岛种群具有更多的体动基列等若干新信息。研究表明, 刺钩类纤毛虫在大亚湾近岸水域具有较高的物种多样性。

关键词: 海洋纤毛虫; 形态学; 刺钩目; 大亚湾; 南中国海

中图分类号: Q959.11 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2010)02-0236-06

刺钩目纤毛虫在系统学上为纤毛门最原始的类群之一, 该目种类通常为水中自由生活, 个体基本为辐射对称的棒状、长椭圆球状或短柱状, 体纤毛普遍同律且遍体均匀分布, 胞口恒位于虫体的最前端, 口区纤毛器特化程度低, 通常仅为围绕胞口的一至数列的围口纤毛环, 常见为单一大核, 伸缩泡往往位于尾端^[1-3]。刺钩目种类在中国北方海域的记录已近 20 种, 而南中国海的该类纤毛虫鲜有报道^[4,5]。本文对 6 种刺钩类纤毛虫的南中国海种群的形态学进行了首次研究, 补充了活体、纤毛图式及统计学资料等方面的新信息, 并与黄、渤海的相关种群进行了比较。

1 材料与方法

六种刺钩类纤毛虫于 2006—2007 年采自广东大亚湾近岸水体, 盐度约 25‰—32‰。镜检、分离、活体观察及蛋白银染色制片参照文献[6], 名词术语参照文献[7]。

2 结果与讨论

2.1 盐菲阿虫 *Phialina salinarum* (Kahl, 1928) Song, et al. 2003 (图版 -A-C; 图版 -A, J)

形态学描述: 虫体长梭形, 活体大小约 (60—100) $\mu\text{m} \times (15—30) \mu\text{m}$, 体部略具伸缩性(图版 -A, B)。运动迅速。游动时伴有颈部摇摆觅食, 受惊扰后虫体迅速收缩至短柱状。体纤毛沿虫体长轴稍呈螺旋状排列, 头部纤毛密集, 长约 10 μm (图版 -C, 箭头)。具两种灰褐色球状皮层颗粒: 大的沿体动基列排列(直径约 1 μm); 小的呈 4—5 列密集排布于两动基列之间(直径 < 0.5 μm)(图版 -C, 小箭头)。单一伸缩泡, 直径约 7 μm , 位于虫体尾端(图版 -J)。体动基列 17—21 ($n=16$)列。射出体细长杆状, 长约 10 μm , 集束于胞口周围或散布于体内。大核 1 枚, 长椭圆形(图版 -A, 箭头)。

比较与讨论: 目前菲阿虫属已报道的海水种仅此一种。本种群为该种在南中国海域的首次报道, 其特征与宋微波等^[8]描述的种群完全吻合。本工作

收稿日期: 2008-11-26; 修订日期: 2009-09-30

基金项目: 国家自然科学基金(编号: U0633006, 30700069)资助

作者简介: 董俊(1986—), 男, 江西临川人; 硕士研究生; 主要研究方向为原生动动物学。E-mail: dongjun_1986@yahoo.com.cn

通讯作者: 李继秋, E-mail: jqli@scnu.edu.cn

首次提供了该种大亚湾种群活体照片的信息。

2.2 海洋长吻虫 *Lacrymaria marina* Kahl, 1933 (图版 - D-F; 图版 -B, E, M)

形态学描述: 虫体长梭形, 活体体长约 150—200 μm , 具明显的头、颈和体部三部分(图版 - D), 颈部具极强的伸缩性, 充分伸展时可达体部的两倍; 虫体收缩时基本呈梭形(图版 - F)。头部纤毛密集, 长约 10 μm 。体纤毛约 16—20 列($n=20$), 呈螺旋状排布(图版 - E)。射出体针状, 长约 10 μm , 仅集束于胞口处。两种灰褐色球状皮层颗粒: 大的直径约 0.5 μm , 沿体纤毛基部排列; 小的直径约 0.2 μm , 呈 4—5 列紧密排布于体纤毛列之间(图版 -E, 箭头)。单一伸缩泡位于尾端(图版 -D, 箭头; 图版 - M)。椭圆状大核 1 枚, 大小约 25 $\mu\text{m} \times 10 \mu\text{m}$ (图版 -B, 箭头)。游泳时虫体通常呈长梭状直线快速游动, 悬浮或静止时以伸缩的颈部向四周摆动觅食。

比较与讨论: 本种曾被 Song and Packroff^[9]、潘宏博等^[10]分别重描述过。与潘宏博报道的青岛种群相比, 此大亚湾种群的体动基列数目略少(16—20 列 vs. 20 列)。本工作首次观察到了该种沿体纤毛基部排列的球状皮层颗粒。

2.3 惊扰伪颈毛虫 *Pseudotrachelocerca trepida* (Kahl, 1928) Song, 1990 (图版 - G-H, M; 图版 -I, L; 表 1)

形态学描述: 虫体长棒状, 活体体长约 150—200 μm 。虫体颈部明显较体后部窄, 并具轻微的伸缩性(图版 -G)。内质透明, 颈区常因食物等内质颗粒而呈黑色。胞口圆形, 位于虫体顶端, 周围有一特化的围口动基列。约 28—32 列($n=16$)体纤毛(长 7—9 μm), 位于纵向排列的纤毛沟内。存在特化的背触毛, 活体时较体纤毛粗短, 从前端向后延伸至约体长的 1/4 处(图版 - M, 箭头)。单一大核, 长腊肠状弯曲盘绕于体中部(图版 - I, 箭头; 图版 - L)。伸缩泡单一, 位于虫体末端(图版 - G, H, 箭头)。射出体短棒状或梭状, 排布于胞口周围。常伏于基质上爬行, 辅以颈部的伸缩及摆动。

比较与讨论: 本文仅对大亚湾种群做简要描述并补充活体照片及统计学数据等信息。与 Song^[12]报道的黄海种群相比, 本种群个体稍大(150—200 μm vs. 80—160 μm), 背触毛列略短(1/4 vs. 1/3 体长)。

表 1 惊扰伪颈毛虫的形态学统计数据

Tab. 1 Morphometric characterization of *Pseudotrachelocerca trepida*

特 征 Character	最小值 Min	最大值 Max	平均值 Mean	标准差 SD	标本数 n
体长 Body length	12	230	175.2	29.07	16
体宽 Body width	19	70	34.8	11.46	16
大核长 Ma length	33	62	47.2	8.98	16
大核宽 Ma width	7	11	8.4	1.15	16
背触毛带长 Dorsal brush band length	30	54	41.3	6.99	16
胞口直径 Buccal part diameter	5	8	6.3	0.95	16
体动基列数 Somatic kinetics number	28	32	29.4	1.15	16

注: 自蛋白银染色标本; 测量单位: μm ; 下同

Note: All data based on protargol impregnated specimens; Measurements in μm ; Ma: Macronucleus; The same as follows

2.4 贪食纤口虫 *Chaenea vorax* Quennerstedt, 1867 (图版 - I-J; 图版 - C, K)

形态学描述: 虫体细长棒状, 具明显伸缩性, 个体间大小差异较大, 活体约(75—215) $\mu\text{m} \times$ (15—25) μm (图版 - I, J)。皮膜柔软。胞口处纤毛排列密集, 体纤毛长约 5 μm , 略呈螺旋状排列。楔形射出体长约 7 μm , 集束于胞口处。体纤毛 13—14 列($n=20$), 纵向均匀排列。背触毛恒为 4 列, 为双动基系构造。大核椭圆状, 约 90 枚(图版 - C)。单一伸缩泡于体尾端(图版 - I, 箭头; 图版 - K)。常于基质上爬行伴以虫体伸缩, 亦可在水中不停地绕体纵轴螺旋游动。

比较与讨论: 本工作仅做简单描述并提供活体照片信息。本种曾由宋微波等^[8]、Song and Packroff^[9]、潘宏博等^[10]、Al-Rasheid^[13]、Dragesco^[14]报道。本种群与潘宏博等^[10]所描述的种群相比, 除体动基列数目略多(13—14 列 vs. 10—11 列)外, 其他特征十分吻合。

2.5 柱核柱毛虫 *Cyclotrichium cyclokaryon* Meunier, 1907 (图版 - K-L; 图版 - F-G, N)

形态学描述: 虫体心形或近椭圆形, 个体间大小差异明显, 活体长约 45—100 μm , 体长略大于体宽(图版 - K)。皮膜薄而柔软。体内充满大小不一的椭圆形空泡(直径 10—30 μm)。体前端纤毛密集而形成一明显的围口纤毛环, 纤毛明显较长, 约 35—40 μm 。靠近尾端偏离尾极处具有数十根尾纤毛, 长

15—18 μm , 呈明显的簇缨状(图版 - L, 箭头)。单一伸缩泡于尾端(图版 - K, 箭头; 图版 - N)。体纤毛纵向排列, 约 200—280 列($n=20$)。围口动基列由毛基粒对组成, 发出发达的动纤丝伸向口区(图版 - G, 箭头)。口区具有许多细长弯曲的射出体, 蛋白银染色后约 4—10 μm 长。大核单一带状(图版 - F, 箭头); 小核紧贴大核, 数目不定。于水中迅速游动, 习见旋转式直线运动。

比较与讨论: 本种群小于 Kahl^[15]所描述的种群(45—100 μm vs. 100—150 μm)。与 Xu, *et al.*^[16]报道的青岛种群相比, 除本种群体动基列数目较多(200—280 列 vs. 127—161 列)外, 虫体大小基本吻合(45—100 μm vs. 45—80 μm), 但本种群的体长略小于体宽(vs. 青岛种群体长略大于体宽)。

2.6 加冈栉毛虫 *Didinium gargantua* Meunier, 1910 (图版 - N-O; 图版 - D, H, O; 表 2)

形态学描述: 虫体高陀螺形或球形, 活体长约 50—70 μm 。低倍镜下虫体常为黑色。前端为一较透明的尖锥形吻突, 约占虫体长的 1/4, 胞口位于吻突的顶端。体纤毛高度退化, 大部分的体区无纤毛, 而仅于体赤道区的前后各形成一圈栉状纤毛环带(图版 - N, 箭头; 图版 - H, 箭头), 在游泳时分别向前后伸出, 每个环带约由 50—70 列片段状体动基列构成, 其上纤毛长约 12—15 μm 。此外, 在“背面”的前栉毛环后方有 3 列背触毛(图版 - N, 小箭头)。射出体两种, 一种针杆状, 长约 5—7 μm , 呈束

状集中于口区周围; 另一种短杆状, 长约 4—10 μm , 散布于体内中部(图版 - D, 箭头)。大核一枚, 腊肠状(图版 - D, O)。伸缩泡一个, 直径 6—7 μm , 位于虫体尾端(图版 - O, 箭头; 图版 - O)。常于水中无规律地迅速旋绕运动。

比较与讨论: 本种群与 Petz, *et al.*^[11]描述的种群相比, 除个体较小(50—70 μm vs. 70—200 μm)外, 其他特征比较吻合。此处仅对大亚湾种群做简要描述并补充活体照片和统计学数据等信息。

致谢:

感谢本课题组沈卓同学在样品采集和处理中给予的帮助, 以及中国海洋大学原生动物研究室范鑫鹏同学提供了文献的支持。

参考文献:

- [1] Bohatier J. Structure et ultrastructure de *Lacrymaria olor* (Muller O F, 1786) [J]. *Protistologica*, 1970, 6: 331—342
- [2] Faure F E, Ganier M C. Morphologie et structure fine du cilié *Chaenea vorax* Quenn [J]. *Protistologica*, 1969, 5: 353—361
- [3] Lipscomb D L, Riordan G P. The ultrastructure of *Chaenea teres* and an analysis of the phylogeny of the haptorid ciliates [J]. *Journal of Protozoology*, 1990, 37: 287—300
- [4] Foissner W. Infraciliatur, Silberliniensystem und Biometrie einiger neuer und wenig bekannter terrestrischer, limnischer und mariner Ciliaten (Protozoa: Ciliophora) aus den Klassen Kinetofragminophora, Colpodea und Polyhymenophora [J]. *Stapfia*, 1984, 12: 1—165
- [5] Lei Y L, Xu K D, Song W B. Free living ciliates from marine farming ponds [M]. In: Song W B (Eds.), *Progress in Protozoology* [M]. Qingdao: Ocean University Press. 1999, 269—295 [类彦立, 徐奎栋, 宋微波. 贝类养殖水体内存见的自由生纤毛虫. 宋微波著, 原生动物学专论. 青岛: 青岛海洋大学出版社. 1999, 269—295]
- [6] Song W B, Xu K D. Protocol in protozoological studies [J]. *Marine Science*, 1994, 6: 6—8 [宋微波, 徐奎栋. 纤毛虫原生动物形态学研究的常用方法. 海洋科学, 1994, 6: 6—8]
- [7] Corliss J O. The Ciliated Protozoa. Characterization, Classification and Guide to the Literature. 2nd ed [M]. Oxford: Pergamon Press, Oxford, New York. 1979, 7—38
- [8] Song W B, Zhao Y J, Xu K D, *et al.* Pathogenic Protozoa in Mariculture [M]. Beijing: Science Press. 2003, 71—154 [宋微波, 赵元君, 徐奎栋, 等. 海水养殖中的危害性原生动物. 北京: 科学出版社. 2003, 71—154]
- [9] Song W B, Packroff G. Taxonomy and morphology of marine ciliates from China with description of two new species, *Strombidium globosaneum* nov. spec. and *S. platum* nov. spec.

表 2 加冈栉毛虫的形态学统计特征
Tab. 2 Morphometric characterization of *Didinium gargantua*

特 征 Character	最小值 Min	最大值 Max	平均值 Mean	标准差 SD	标本数 n
体长 Body length	45	64	53.1	5.56	20
体宽 Body width	34	58	43.1	5.92	20
吻突长 Pro length	5	20	12.4	3.94	20
吻突宽 Pro width	7	10	9.3	0.91	20
毒丝泡长 Cytocysts length	4	10	6.2	1.66	20
顶端到前栉毛环长 Apex to ACB distance	15	27	20.1	3.26	20
顶端到后栉毛环长 Apex to PCB distance	32	47	38.8	3.74	20
大核长 Ma length	28	33	29.3	6.25	4
大核宽 Ma width	9	10	9.8	0.50	4

注: Pro. 吻突; ACB. 前栉毛环; PCB. 后栉毛环; Ma. 大核

Note: Pro. Proboscis; ACB. Anterior ciliary band; PCB. Posterior ciliary band; Ma. Macronucleus

- (Protozoa: Ciliophora) [J]. *Arch. Protistenkd.*, 1997, **147**: 331—360
- [10] Pan H B, Hu X Z, Wang Y G, *et al.* Morphological redescrptions of five free-living marine ciliates [J]. *Acta Hydrobio. Sin.*, 2008, **32**(Suppl): 44—50 [潘宏博, 胡晓钟, 王艳刚, 等. 五种海洋自由生纤毛虫的形态学研究. 水生生物学报, 2008, **32**(增刊 1): 44—50]
- [11] Petz W, Song W B, Wilbert N. Taxonomy and ecology of the ciliate fauna (Protozoa, Ciliophora) in the endopagial and pelagial of the Weddell Sea, Antarctica [J]. *Stapfia*, 1995, **40**: 1—223
- [12] Song W B. Infraciliature and silverline system of the ciliate *Pseudotrachelocerca trepida* (Kahl, 1928), nov. comb., nov. gen. and establishment of a new family, the Pseudotrachelocercidae nov. fam. (Ciliophora, Haptoria) [J]. *European Journal of Protistology*, 1990, **26**: 160—166
- [13] Al-Rasheid K A S. Records of free-living ciliates in Saudi Arabia. I. marine interstitial ciliates of the Arabian Gulf island of Al-Batinah and Abu Ali [J]. *Arab Gulf Journal of Scientific Research*, 1996, **14**: 747—765
- [14] Dragesco J. Observations sur quelques cillies libres [J]. *Arch. Protistenkd.* 1966, **109**: 155—206
- [15] Kahl A. Urtiere oder Protozoa I: wimpertiere oder ciliata (infusoria) 1. Allgemeiner Teil und Prostomata [J]. *Tierwelt Deutschland*, 1930, **18**: 1—180
- [16] Xu K D, Song W B, Hu X Z. Morphology of *Cyclotrichium taniguchii* sp. nov. and *C. cyclokaryon* with establishment of a new genus, *Diclotrichium* gen. nov. (Ciliophora, Haptorida) [J]. *Marine Biological Association of the United Kingdom*, 2005, **85**: 787—794

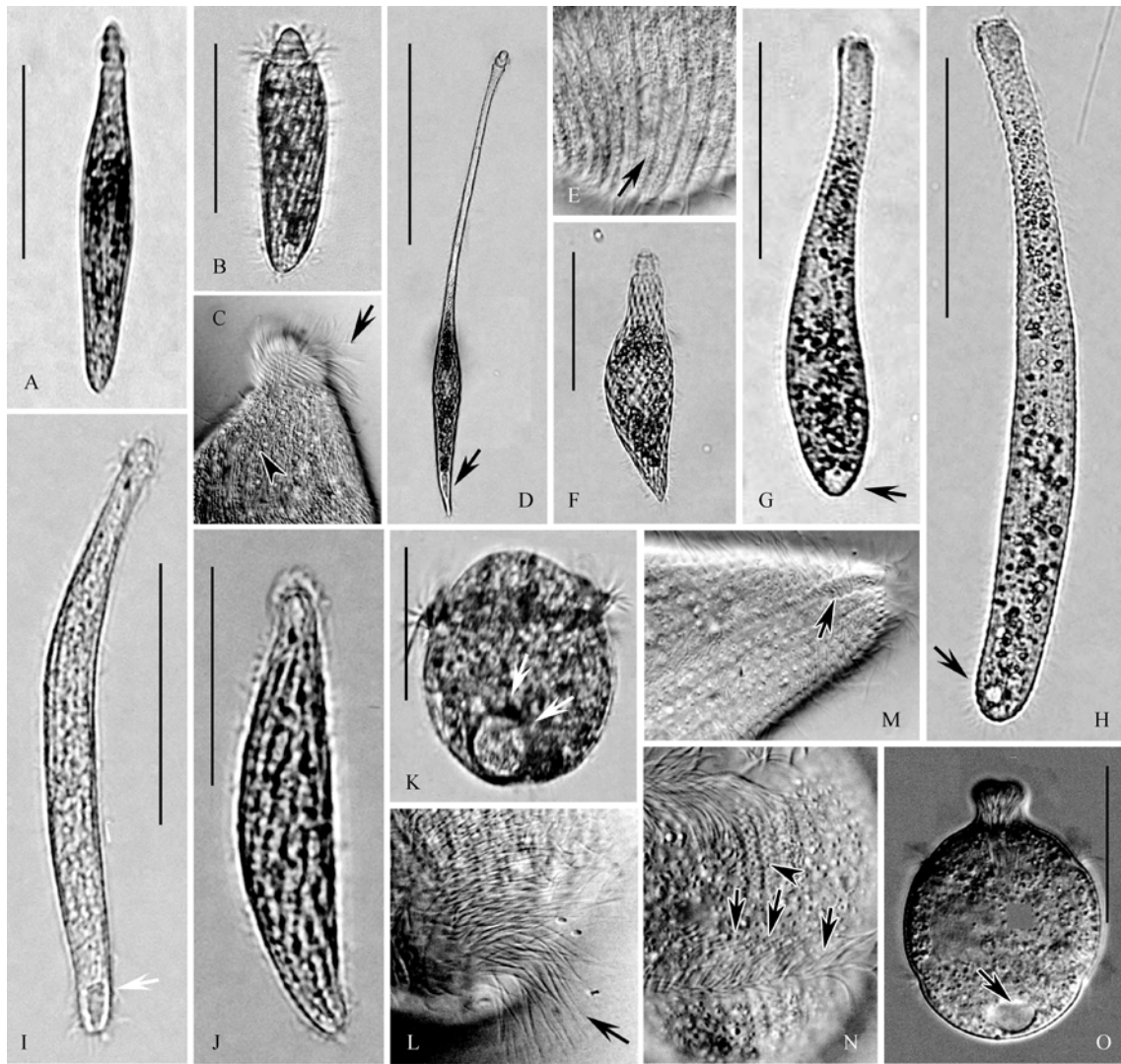
MORPHOLOGICAL STUDIES ON SIX HAPTORIDA CILIATES (PROTOZOA, CILIOPHORA) FROM THE DAYA BAY, SOUTH CHINA

DONG Jun, LIU Wei-Wei, LI Ji-Qiu and LIN Xiao-Feng

(Laboratory of Protozoology, Key Laboratory of Ecology and Environmental Science in Guangdong Higher Education, College of Life Science, South China Normal University, Guangzhou 510631, P.R. China)

Abstract: Ciliated protozoa are an important and abundant component of aquatic ecosystems. Our knowledge on their distribution and the species inventory in South China Sea is still limited. Six free-living marine haptorid ciliates, *Philalina salinarum* Kahl, 1928, *Lacrymaria marina* Kahl, 1933, *Pseudotrachelocerca trepida* (Kahl, 1928) Song, 1990, *Chaenea vorax* Quennerstedt, 1867, *Cyclotrichium cyclokaryon* Meunier, 1907, and *Didinium gargantua* Meunier, 1910, isolated from the coastal waters (salinity 25‰—32‰) of the Daya Bay (114°34'E, 22°36'N), South China, were investigated using live observation and protargol impregnation methods according to Song and Xu 1999. All of these six species were firstly reported from the South China Sea. Based on the Daya Bay populations, much more information particularly with respect to their cortical granules, cell colour, infraciliature and other morphological features *in vivo* as well as original morphometric data were provided. Compared with related Yellow Sea and Bohai Sea species, some variable characters of these species were recorded. As a new contribution, present paper firstly disclosed another type of cortical granules of *Lacrymaria marina* and found the Daya Bay population of *Cyclotrichium cyclokaryon* having more somatic kineties than the Qingdao population. Meanwhile, this work indicates that there is a confirming support of evidence for the haptorid ciliates recognized at the coastal waters of the Daya Bay. A particularly fruitful line of investigation on the high biodiversity haptorid ciliates may be the exploration in these habitats from the South China Sea.

Key words: Marine ciliate; Morphology; Haptorida; Daya Bay; South China Sea

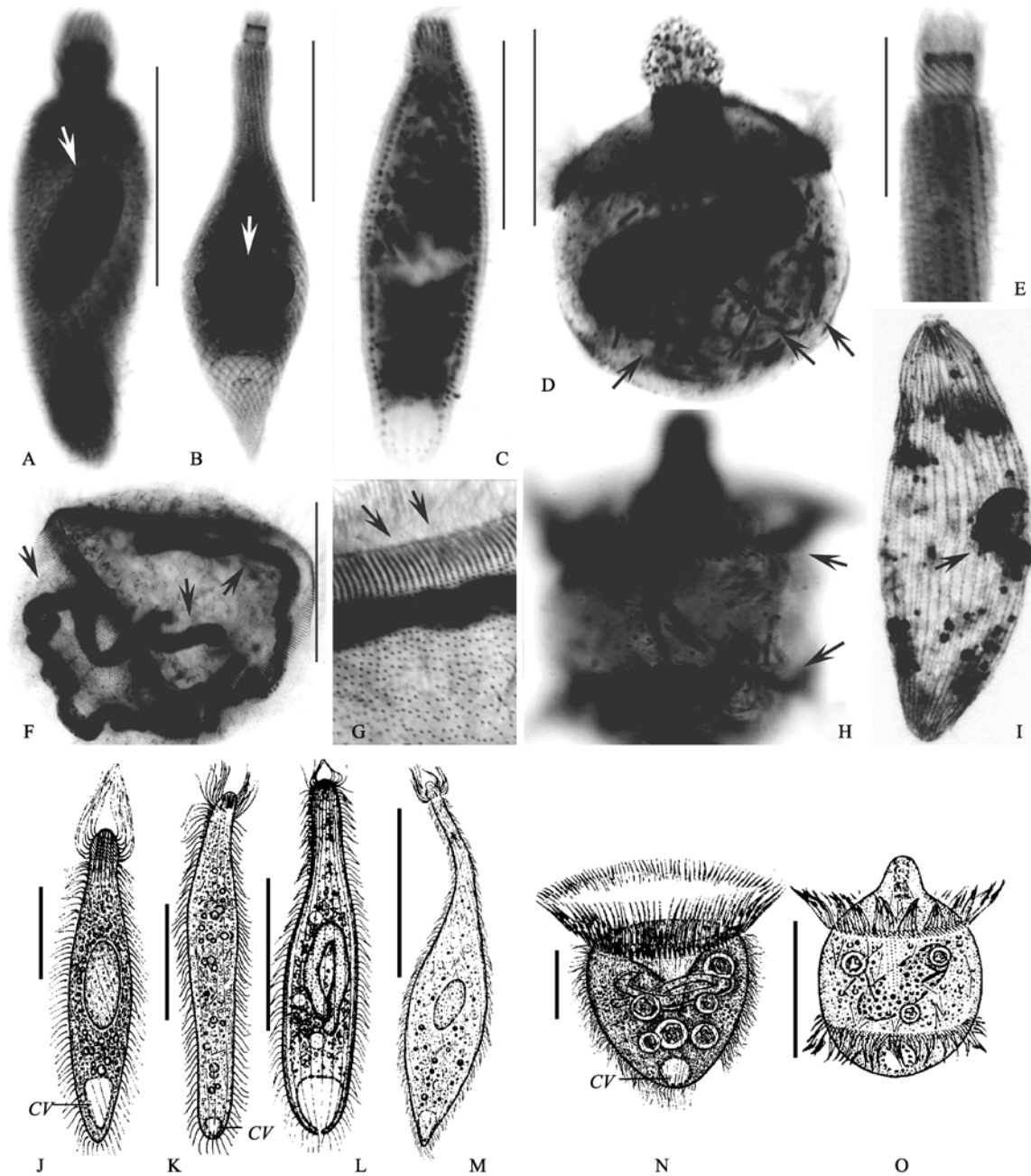


图版 盐菲阿虫(A-C)、海洋长吻虫(D-F)、惊扰伪颈毛虫(G, H, M)、贪食纤口虫(I, J)、柱核柱毛虫(K, L)、加冈栉毛虫(N, O)的活体形态

Plate Microphotographs of *Phialina salinarum* (A-C), *Lacrymaria marina* (D-F), *Pseudotrachelocerca trepida* (G, H, M), *Chaenea vorax* (I, J), *Cyclotrichium cyclokaryon* (K, L), *Didinium gargantua* (N, O) from life

A. 正常个体; B. 收缩个体; C. 箭头示纵螺旋排列口区纤毛列; D. 伸展个体, 箭头示伸缩泡; E. 箭头示皮层颗粒; F. 收缩个体; G, H. 虫体体形变化, 箭头示伸缩泡; I. 伸展个体, 箭头示伸缩泡; J. 收缩个体; K. 箭头示伸缩泡; L. 箭头示亚尾端尾纤毛; M. 箭头示体纤毛及背触毛; N. 箭头示纤毛环带及小箭头示背触毛; O. 正常个体, 箭头示伸缩泡; 比例尺: 图 A, B, F, H, J = 50 μ m; D, I = 100 μ m; G, K = 40 μ m; O = 20 μ m

A. A typical individual; B. A contracted individual; C. Arrow shows spirally arranged long cilia rows around cytostome and arrowhead shows the cortical granules; D. Extended individual, arrow points to the contractile vacuole; E. Arrow indicates the cortical granules; F. Contracted individual; G, H. Different body shapes, arrows mark the contractile vacuole; I. Extended individual, arrow refers to the contractile vacuole; J. Contracted individual; K. Arrows indicate the contractile vacuole; L. Arrow notes the caudal cilia; M. Arrow shows the somatic kineties and the dorsal brush; N. Arrows exhibit the ciliary band and arrowhead marks the dorsal brush; O. Normal individual, arrow indicates the contractile vacuole. Scale bars: A, B, F, H, J = 50 μ m; D, I = 100 μ m; G, K = 40 μ m; O = 20 μ m



图版 盐菲阿虫(A, J)、海洋长吻虫(B, E, M)、惊扰伪颈毛虫(I, L)、贪食纤口虫(C, K)、柱核柱毛虫(F, G, N)、加冈栉毛虫(D, H, O)的蛋白银制片(A—I)及活体形态(J—O)

Plate *Phialina salinarum* (A, J), *Lacrymaria marina* (B, E, M), *Pseudotrachelocerca trepida* (I, L), *Chaenea vorax* (C, K), *Cyclotrichium cyclokaryon* (F, G, N), *Didinium gargantua* (D, H, O) after protargol impregnation (A—I) and from life (J—O)

A, B. 箭头示椭圆状大核; C. 示纤毛图式; D. 箭头示射出体(毒丝泡); E. 示螺旋排列的口区纤毛列; F. 箭头示带状大核; G. 箭头示围口纤毛环; H. 箭头示两栉状纤毛环; I. 示体动基列, 箭头示腊肠状大核; 比例尺: A, B, C, J, K, L = 50 μ m; E, N = 20 μ m; D, F, O = 40 μ m; M = 100 μ m; J, K, M, N 自宋微波等^[8]; L 自 Song^[12]; O 自 Petz, et al.^[11]

A, B. Arrow shows the oval macronucleus; C. Infraciliature; D. Arrows refer to the extrusomes (toxicysts); E. To show spirally arranged long cilia rows around cytostome; F. Arrows indicate the girdle-shaped macronucleus; G. Arrows mark the circumoral ciliary ring; H. Arrows exhibit the spirally arranged pectinated ciliary bands; I. Showing the somatic kinetics, arrow marks the sausage-like macronucleus. CV. contractile vacuole. Scale bars: A, B, C, J, K, L = 50 μ m; E, N = 20 μ m; D, F, O = 40 μ m; M = 100 μ m; J, K, M, N from Song, et al.^[8]; L from Song^[12]; O from Petz, et al.^[11]