

甘肃甘南高原沼泽湿地 6 种土壤纤毛虫记述

宁应之^① 孙 静^{①②} 王红军^① 杜海峰^① 刘汉成^① 刘光龙^①

① 西北师范大学生命科学学院 兰州 730070; ② 黄河水利委员会上游水文水资源局 兰州 730030

摘要: 本文记述了在甘南高原沼泽湿地中鉴定到的 6 种土壤纤毛虫, 这些种类分别为: 野生假膜虫 (*Notohymena selvatica*)、布若雷亚尼瓦拉虫 (*Wallackia bujoreani*)、水藓宽口虫 (*Steinia sphagnicola*)、埃托拟突口虫 (*Condylostomides etoschensis*)、粘游仆虫 (*Euplotes muscicola*) 和斯坦赭虫 (*Blepharisma steini*), 其中, 野生假膜虫、布若雷亚尼瓦拉虫和水藓宽口虫这 3 种为中国土壤纤毛虫新纪录种。

关键词: 土壤原生动物; 纤毛虫; 新纪录种

中图分类号: Q959.116 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2014)02-261-11

Record and Description of 6 Soil Ciliates from Plateau Swamp Wetlands in Gannan, Gansu Province

NING Ying-Zhi^① SUN Jing^{①②} WANG Hong-Jun^① DU Hai-Feng^①

LIU Han-Cheng^① LIU Guang-Long^①

① College of Life Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070; ② Upper Hydrological and Water Resources Bureau, Yellow River Conservancy Commission, Lanzhou 730030, China

Abstract: Six species of ciliates isolated from plateau swamp wetlands in Gannan, Gansu Province were studied and described. They are *Notohymena selvatica*, *Wallackia bujoreani*, *Steinia sphagnicola*, *Condylostomides etoschensis*, *Euplotes muscicola*, and *Blepharisma steini*. Of them, *N. selvatica*, *W. bujoreani*, and *S. sphagnicola* were firstly recorded from soil biotopes of China.

Key words: Soil protozoa; Ciliates; Domestic new records

土壤纤毛虫作为土壤生态系统微型生物群落 (microbiota community) 的重要组成部分, 与其他土壤微型生物一样, 在土壤生态系统的物质循环和能量流动中发挥着重要的作用。甘肃甘南高原沼泽湿地作为青藏高原海拔最高、范围最大的湿地, 是黄河上游至源头的重要水源涵养和补给区。为了深入了解沼泽湿地的生物物种多样性, 为自然保护区的持续发展提供科学资料, 2009 年 4 月至 2012 年 4 月, 通过对该地区的土壤纤毛虫进行分类及物种多样性研究, 共鉴定到纤毛虫 294 种, 本文对其中 6 种 (包括 3 种国内新纪录种) 进行了详细的描述。

1 材料与方法

虫体采自甘肃甘南藏族自治州高原沼泽湿地, 采样方法为“梅花五点法” (宁应之等 1998, 沈韞芬 1999)。土样带回实验室后, 经过培养、分离、活体观察及蛋白银染色法对物种

基金项目 国家自然科学基金项目 (No. 30870273, 40930533, 41361055);

第一作者介绍 宁应之, 男, 教授; 研究方向: 土壤原生动物分类学、生态学与物种多样性; E-mail: ningyz@163.com。

收稿日期: 2013-08-03, 修回日期: 2013-11-15

进行鉴定。本文分类系统采用 lynn (2008) 的分类系统。

2 物种描述

2.1 野生假膜虫 (*Notohymena selvatica* Hemberger, 1985) (图 1) 属旋毛纲 (Spirotrichea) 排毛亚纲 (Stichotrichia) 散毛目 (Sporadotrichida) 尖毛科 (Oxytrichidae) 假膜虫属 (*Notohymena*)。鉴定参考 Berger (1999)。

虫体基本为背腹扁平, 体右侧呈圆弧状, 前端逐渐尖细。活体大小为 (130.00 ~ 167.50) μm $\times$ (50.00 ~ 75.00) μm , 身体长宽比约为 2:1。身体较柔软, 可弯曲。中和高倍镜下, 体中有少量黑灰色颗粒, 为色素颗粒的非匀质分布, 但背部未见有明显颗粒存在; 胞质无色, 活体透明, 胞内含大量食物颗粒、油滴、细菌和结晶体, 螺旋式向前游动, 腹部棘

毛附着于固体物表面“行走”。
口围带 (adoral zone of membranelles, AZM) 长度达体长的 27%, 由 31 ~ 38 片小膜组成, 口内膜与口侧膜呈镰刀状“8”字型相交, 为“假膜虫型口器”。口后腹棘毛呈近直线排列; 横棘毛长约 20 μm , 3 根位于左侧呈一直线状排布, 另 1 根位于体右侧, 与左侧 3 根构成“ $\checkmark$ ”形, 但 4 根横棘毛排列方式在不同个体间有所不同, 有些个体的左侧靠体中部的 2 根与靠近尾部的 1 根相距较远, 而与右侧的一根相接近, 总体看呈两组排布。野生假膜虫的形态学统计特征见表 1。

该种于 1985 年由 Hemberger 命名为 *Oxytrichida selvatica*, 但是观察不详细, 后来 Blatterer 等 (1988) 根据特征将其归于 *Notohymena* 属。本种的鉴定特征为: 体长椭圆

表 1 野生假膜虫的形态学统计特征 (数据来自蛋白银制片)

特征 Character	最大值 Maximum	最小值 Minimum	平均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数 (%) Coefficient of variation	个体数 Individual number
体长 Body length (μm)	163	125	136.9	15.4	10	9
体宽 Body width (μm)	75	50	63.3	9.9	20	9
口围带长 Adoral zone of membranelles length (μm)	83	43	57.2	14.8	30	9
大核数 Macronuclear segments number	2	2	2.0	0.0	0	9
小核数 Micronuclei number	2	2	2.0	0.0	0	9
左缘棘毛数 Left marginal cirri number	22	16	20.7	1.9	10	9
右缘棘毛数 Right marginal cirri number	26	20	22.9	2.3	10	9
口棘毛数 Buccal cirri number	1	1	1.0	0.0	0	9
横棘毛数 Transverse cirri number	4	40	4.0	0.0	0	9
尾棘毛数 Caudal cirri number	2	20	2.0	0.0	0	9
背触毛列数 Dorsal kineties number	3	3	3.0	0.0	0	9

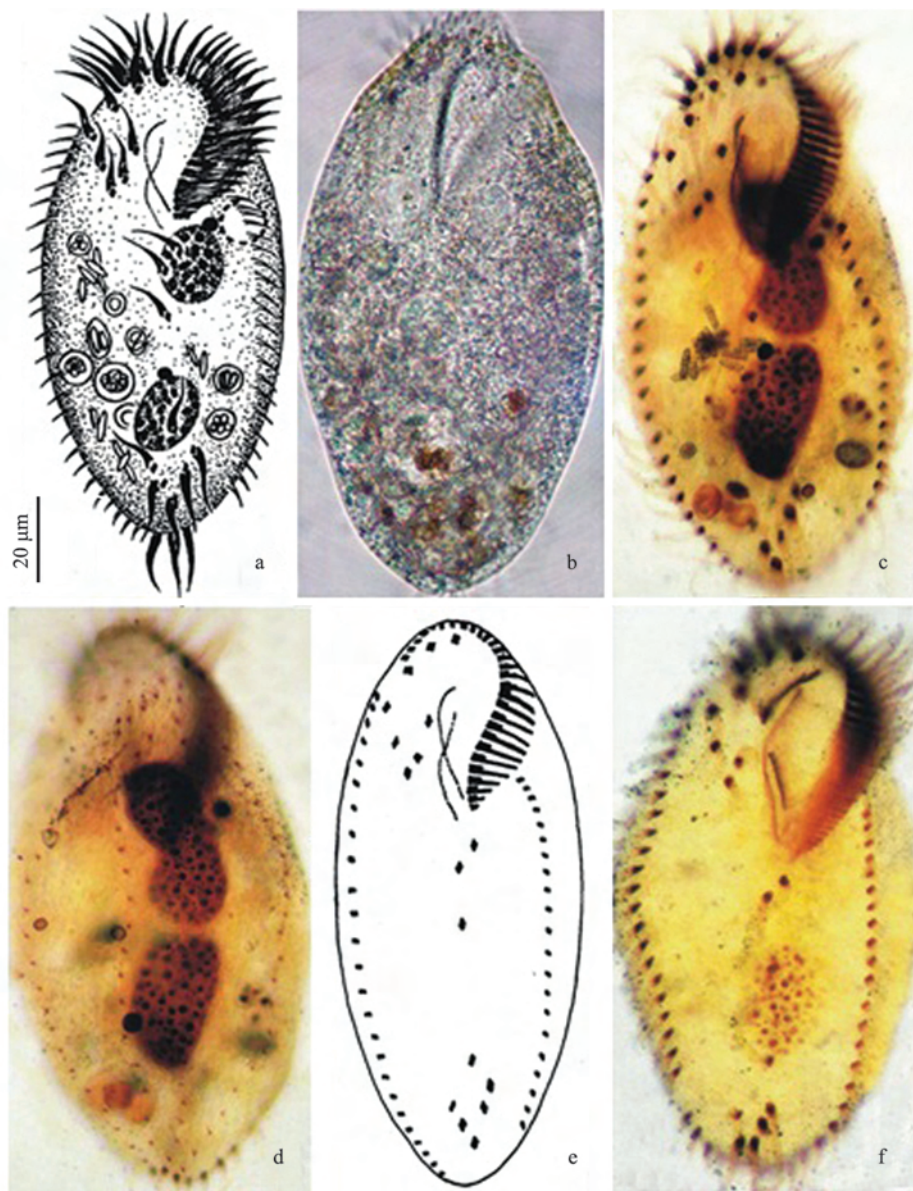


图 1 野生假膜虫

Fig. 1 Morphology of *Notohymena selvatika*

a, b. 活体腹面观; c. 蛋白银染色腹面观; d. 蛋白银染色背面观, 示大、小核; e. 腹面纤毛图式; f. 口内膜、口侧膜及尾触毛。

a, b. Ventral view *in vivo*; c. Ventral view after protargol impregnation; d. Dorsal view after protargol impregnation, showing macronuclear segments and micronuclei; e. Ventral view showing infraciliature; f. Endoral membrane, paroral membrane and caudal cirri.

形, 前端钝圆, 后端窄圆, 波动膜为 *Notohymena* 型。此种为我国新纪录种。

2.2 布若雷亚尼瓦拉虫 (*Wallackia bujoreani* Lepsi, 1951) (图 2) 属旋毛纲 (Spirotrichea)

排毛亚纲 (Stichotrichia) 排毛目 (Stichotrichida) 卡尔科 (Kakliellidae) 瓦拉虫属 (*Wallackia*)。鉴定参考 Foissner 等 (2002)。

虫体在活体下大小约 (67.50 ~ 122.50) μm

× (25.50 ~ 63.50) μm, 长椭圆形, 前端窄圆, 后端拓宽、浑圆。身体背腹扁平, 腹面在前 1/3 处明显凹陷, 背面在口围带拐弯处显著凸起。左缘略平直, 在口围带拐弯处微凹, 右缘呈均匀弧形。大核 2 个, 椭圆形, 染色后第一枚大小约 (12.50 μm × 6.88 μm) ~ (22.50 μm × 11.25 μm), 距虫体前端 15.00 ~ 31.25 μm, 第二枚大小约 (10.00 μm × 8.13 μm) ~ (21.25 μm × 7.50 μm), 距后端 11.25 ~ 31.25 μm, 两大核间距约 10.00 ~ 32.5 μm。在部分个体中观察到其大核具有复制带, 宽约 1.25 μm, 将大核分为不等的两部分。小核 2 个, 椭圆形到圆形, 大小为 (3.75 μm × 3.75 μm) ~ (8.75 μm × 7.50 μm), 分别紧贴于大核左侧, 间距约 25.00 ~ 48.75 μm (表 2)。伸缩泡 1 个, 位于体中部靠左侧。胞质无

色, 体内含有许多食物泡和摄入的藻类及晶体等物质。

虫体具有前腹触毛 5 列, 位于虫体前端, 紧贴于口围带右侧; 第 2、3 列前腹触毛分别有 4 根、5 根触毛, 每一列最前端的触毛与第一列相似, 较其他前腹触毛粗壮, 其中第 2 列最后一根触毛位于口旁膜之右侧。虫体口器为典型的殖口虫型, 即口围带从体前端沿左缘之下, 大约到虫体中部或 2/3 处突然向右拐入; 口旁膜位于口围带右侧, 由 12 ~ 14 根不连续的纤毛组成, 口后膜纤毛排列浓密, 顶端位置明显低于口旁膜前端, 口旁膜和口后膜近平行。

该种首次在罗马尼亚的蒂米什瓦拉被发现, 但仅观察到活体, 1982 年, Hemberger 分析了 Foissner 在 1976 年的研究成果后, 将其归入 *Wallackia* 属。本观察中的种群个体口围带发

表 2 布若雷亚尼瓦拉虫的形态学统计特征 (数据来自蛋白银制片)

特征 Character	最大值 Maximum	最小值 Minimum	平均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数 (%) Coefficient of variation	个体数 Individual number
体长 Body length (μm)	123	68	100.1	13.9	13.9	16
体宽 Body width (μm)	63	25	46.9	10.2	21.7	16
口围带长 Adoral zone of membranelles length (μm)	69	41	58.1	7.3	12.6	17
大核数 Macronuclear segments number	2	2	2.0	0.0	0.0	22
小核数 Micronuclei number	2	1	2.0	0.4	20.0	21
左缘棘毛数 Left marginal cirri number	15	10	13.0	1.4	10.4	15
右缘棘毛数 Right marginal cirri number	16	10	12.0	1.5	12.6	16
口棘毛数 Buccal cirri number	1	1	1.0	0.0	0.0	21
横棘毛数 Transverse cirri number	2	2	2.0	0.0	0.0	18
尾棘毛数 Caudal cirri number	4	3	3.0	0.2	8.0	18
背触毛列数 Dorsal kinetics number	3	3	3.0	0.0	0.0	11

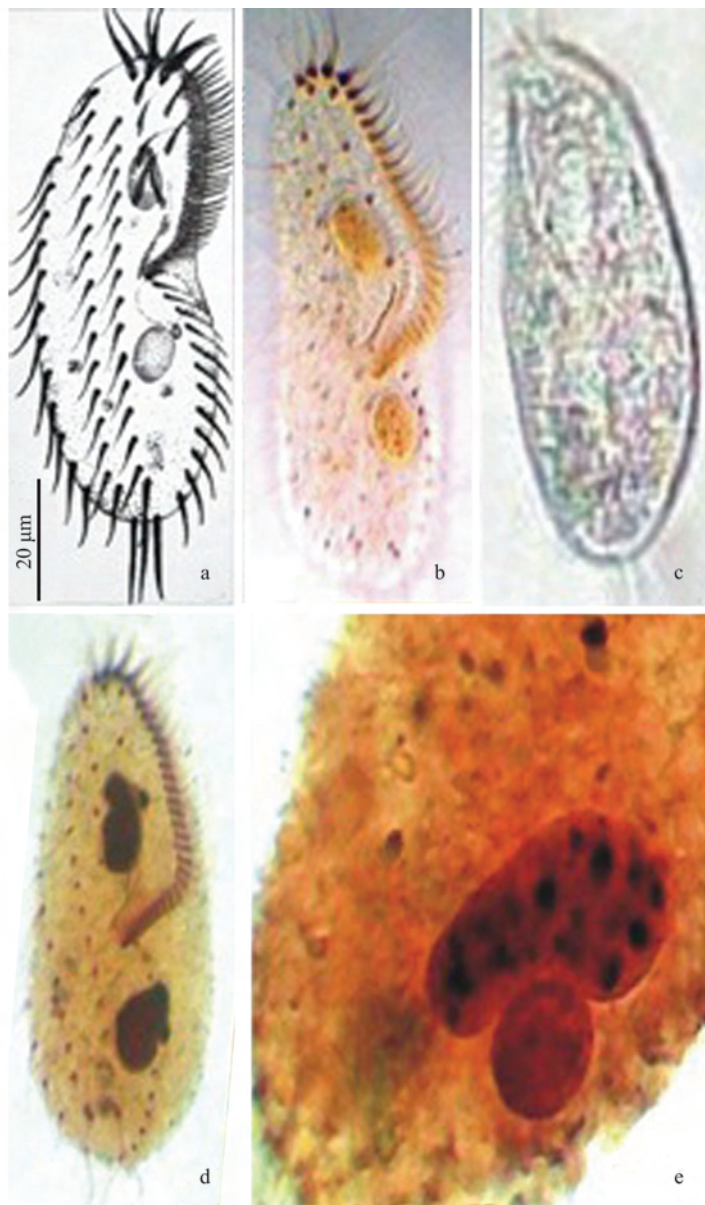


图 2 布若雷亚尼瓦拉虫

Fig. 2 Morphology of *Wallackia bujoreani*

a, c. 活体腹面观; b, d. 蛋白银染色腹面观; e. 前大核和小核。

a, c. Ventral view *in vivo*; b, d. Ventral view after protargol impregnation; e. Macronuclear segments and micronuclei.

达, 有 31 ~ 35 片小膜, 长度约 41 ~ 69 μm , 约占虫体长的 2/3, 拐入后其最末端距右侧 21.25 ~ 33.75 μm 。口侧膜长约 10.50 ~ 17.50 μm , 有纤毛 12 ~ 14 根, 多为 12 根。口内膜长约 15.00 ~ 31.25 μm 。该种在法国、纳米比亚和非洲均被发现过 (Berger 2011), 在国内为新纪录种, 再次证明了其全球普遍性的

特征。

2.3 水藓宽口虫 (*Steinia sphagnicola* Foissner, 1989) (图 3) 属旋毛纲 (Spirotrichea) 排毛亚纲 (Stichotrichia) 散毛目 (Sporadotrichida) 尖毛科 (Oxytrichidae) 宽口虫属 (*Steinia*)。鉴定参考 Berger (1999)。

虫体前端平坦透明, 口区深而薄, 甚至达

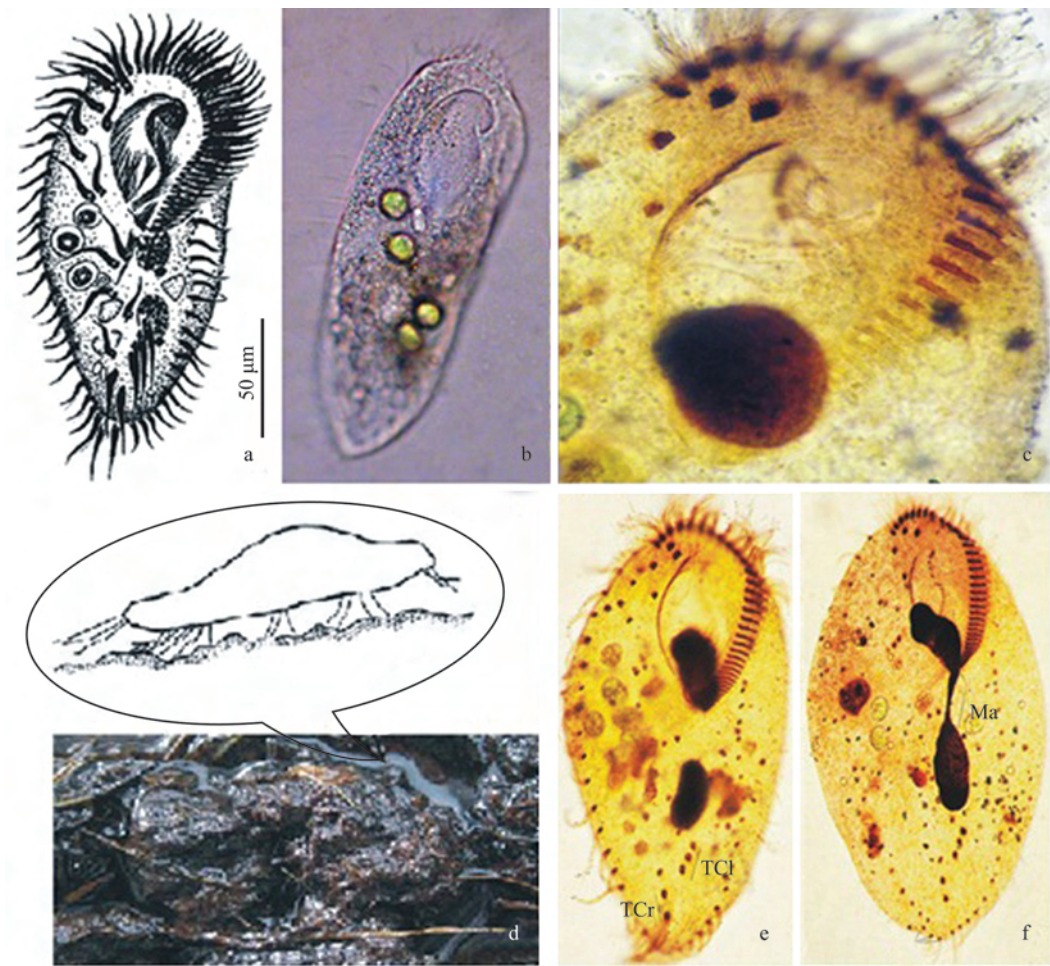


图 3 水藓宽口虫

Fig. 3 Morphology of *Steinia sphagnicola*

a. 活体腹面观; b. 示“漩涡”; c. 口围带; d. 示“行走”态; e. 示左侧横棘毛(TCl)及右侧横棘毛(TCr); f. 示大核(Ma)及尾棘毛。

a. Ventral view *in vivo*; b. View of the “swirlpool”; c. Adoral zone of membranelles; d. The status of “walking”; e. View of transverse cirri of left (TCl) and right (TCr); f. View of macronuclear segments (Ma) and caudal cirri.

到体背面表皮。腹面平坦，背腹压扁，背部中间明显隆起，并向左侧有明显的凸出，后端窄圆，但尾部亦平直。虫体活体大小为(167.50~230.00) μm $\times$ (75.00~120.00) μm ，虫体前端，口围带区较中部薄而透明，尾部亦透明。虫体内含有较多的食物颗粒和淡绿色的结晶体及脂肪体等。口围带约占体长的50%，由34~38片小膜组成，口区宽大，波动膜为典型的“宽口型口器”，由口内膜和口侧膜2部分组成，长椭圆形大核2个，位于体中左侧，前后

排列于体中线略右侧，球形小核2个(表3)，直径多为5 μm ，紧贴于大核左侧或下方。

该种活体同小型棘尾虫的形态及运动方式相似，难以区分。但是在高倍镜下，该种波动膜前端有一圆形小窝特别明显，以区别棘尾虫及其他种。该种显著的特征有：口器为宽口型，横棘毛明显分为2组，前后排列；口侧膜的凹陷状“漩涡”是该种的一个主要特征，染色后可见其旋入到体内。此种在国内为新纪录种，也证明了其分布的普遍性。

表 3 水藓宽口虫的形态学统计特征(数据来自蛋白银制片)

特征 Character	最大值 Maximum	最小值 Minimum	平均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数(%) Coefficient of variation	个体数 Individuals
体长 Body length (μm)	225	163	189. 8	24. 0	10	11
体宽 Body width (μm)	138	85	103. 4	16. 5	20	11
口围带长 Adoral zone of membranelles length (μm)	93	75	83. 9	6. 2	10	11
大核数 Macronuclear segments number	2	1	1. 8	0. 4	20	11
小核数 Micronuclei number	2	2	2. 0	0. 0	0	11
左缘棘毛数 Left marginal cirri number	23	16	19. 1	2. 1	10	11
右缘棘毛数 Right marginal cirri number	23	18	19. 9	1. 5	10	11
口棘毛数 Buccal cirri number	1	1	1. 0	0. 0	0	11
横棘毛数 Transverse cirri number	5	5	5. 0	0. 0	0	11
尾棘毛数 Caudal cirri number	2	1	1. 4	0. 1	10	11
背触毛列数 Dorsal kinetics row number	3	3	3. 0	0. 1	0	11

2.4 埃托拟突口虫 (*Condylostomides etoschensis* Foissner et al., 2002) (图 4) 属异毛纲 (Heterotrichea) 异毛目 (Heterotrichida) 突口科 (Condylostomatidae) 突口虫属 (*Condylostoma*) 。鉴定参考 Foissner 等(2002)。

虫体呈草鞋形,柔软,上部较为宽,体背腹扁平,身体被覆纵列纤毛列。口区宽阔呈大“U”字形,活体大小为(285.00 ~ 505.00) μm × (140.00 ~ 250.00) μm,口围带占体长近一半,含小膜 55 ~ 74 片,小膜长 20 ~ 40 μm; 口侧膜丰富且长。口围带小膜进入胞口咽部为体的最宽部位,而口后部逐渐变窄。全身纤毛列多在 40 ~ 70 列,纤毛排列紧密,长 22 μm (表 4)。

虫体内有少量食物颗粒、细菌和结晶体;红绿蓝藻较为多见;有少许油滴,在不同个体

内所处位置不同;球形大核 6 ~ 10 个,常为 8 个,位于体右侧,呈链状排布,且两端两个较大;小核数个,分布于大核附近。部分个体呈不规则性长卵形。行动缓慢,常无规则游动。

该种首次由 Foissner 等(2002)发现,广泛存在于非洲纳米比亚的高盐分土壤中,典型特征是口区宽大并且口围带较长,后在贝宁也发现该种群,口围带长度约占个体 36%,比纳米比亚种群略小。本观察中的种群个体比 Foissner 等(2002)报道的个体要大,后者报道的个体平均大小为 240.00 μm × 110.00 μm,而本文作者观察到的个体长度平均大小在 390.00 μm × 240.00 μm 左右。

2.5 粘游仆虫 (*Euplotes muscicola* Kahl, 1932) (图 5,表 5) 属旋毛纲 (Spirotrichea) 腹毛亚纲 (Hypotrichia) 游仆虫目 (Euplotida) 游仆

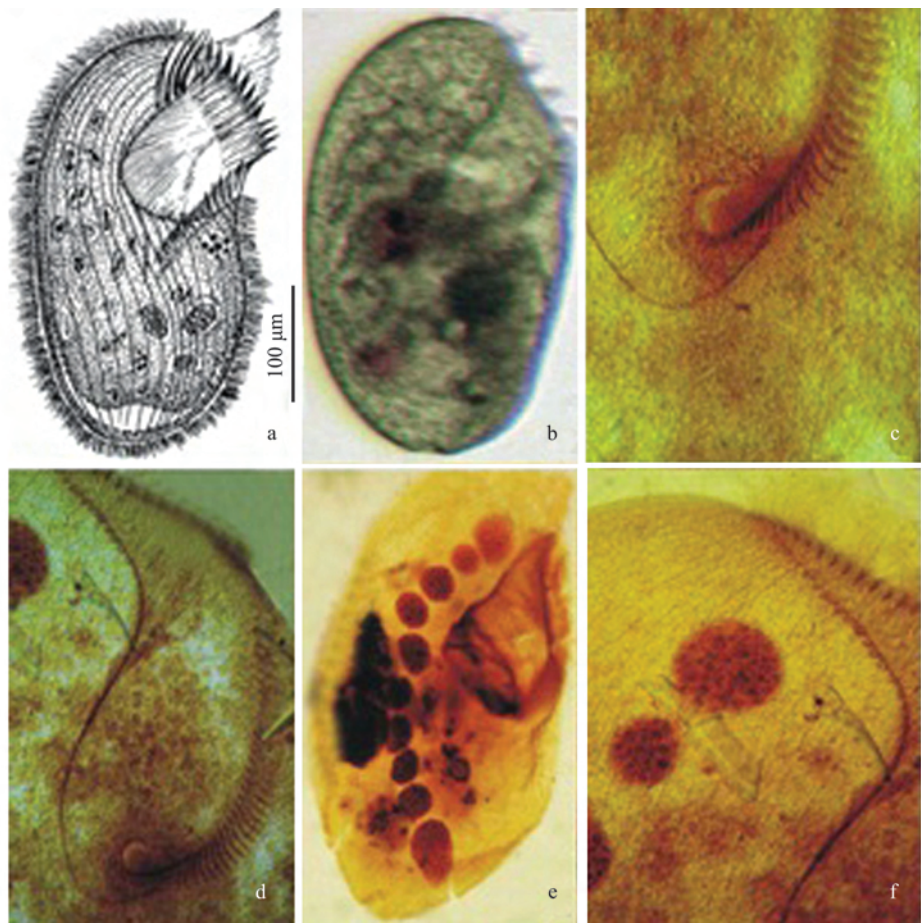


图 4 埃托拟突口虫

Fig. 4 Morphology of *Condyllostomides etoschensis*

a, b. 活体腹面观; c. 示刚毛列; d, f. 口围带; e. 示大核。
a, b. Ventral view *in vivo*; c. View of somatic kineties; d, f. Adoral zone of membranelles; e. View of macronuclear segments.

表 4 埃托拟突口虫形态学统计特征(统计数据来自蛋白银制片)

Table 4 Biometrical characterization of *Condyllostomides etoschensis*
(Based on protargol impregnated specimens)

特征 Character	最大值 Maximum	最小值 Minimum	平均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数(%) Coefficient of variation	个体数 Individuals
体长 Body length (μm)	500	280	393.2	64.7	20	14
体宽 Body width (μm)	363	175	246.3	63.9	30	14
口围带长 Adoral zone of membranelles length(μm)	250	100	161.3	38.7	20	14
大核数 Macronuclear segments number	10	6	8.5	1.3	20	14

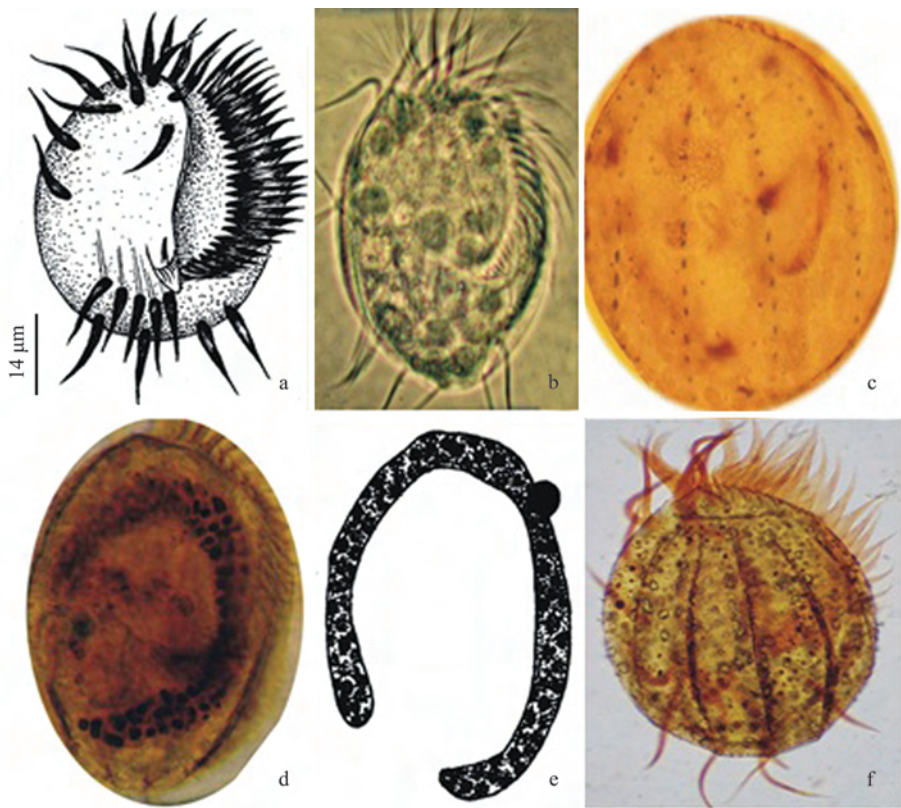


图 5 粘游仆虫

Fig. 5 Morphology of *Euplotes muscicola*

a、b. 活体腹面观；d、e. 示大核及小核；c、f. 示背触毛列。
a, b. Ventral view *in vivo*; d, e. View of the macronuclear and micronuclei; c, f. View of the dorsal kineties.

表 5 粘游仆虫形态学统计特征(统计数据来自蛋白银制片)

Table 5 Biometrical characterization of *Euplotes muscicola* (Based on protargol impregnated specimens)

特征 Character	最大值 Maximum	最小值 Minimum	平均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数(%) Coefficient of variation	个体数 Individuals
体长 Body length (μm)	88	58	69.4	9.7	10	12
体宽 Body width (μm)	63	45	54.0	5.9	10	12
口围带长 Adoral zone of membranelles length (μm)	55	40	46.7	5.4	10	12
大核数 Macronuclear segments number	1	1	1.0	0.0	0	12
小核数 Micronuclei number	1	1	1.0	0.0	0	12
横棘毛数 Transverse cirri number	5	5	5.0	0.0	0	12
尾棘毛数 Caudal cirri number	4	4	4.0	0.0	0	12
背触毛列数 Dorsal kineties row number	7	6	6.8	0.4	10	12

虫亚目 (Euplotina) 游仆虫科 (Euplotidae) 游仆虫属 (*Euplotes*)。鉴定参考 Kahl (1932)。

体坚实而不弯曲, 背腹扁平, 口缘区非常宽阔, 达虫体的 3/4; 活体大小为 (60.00 ~ 90.00) μm $\times$ (42.00 ~ 55.00) μm , 长宽比约为 1.43:1。口围带在体腹面呈“J”字型, 含有 29 ~ 33 片小膜, 小膜长约 20 μm 。银染后波动膜较为明显, 体纤毛较长。大核 1 个, 长带形, 呈“C”字状, 长约 90.00 ~ 120.00 μm , 球形小核 1 个, 位于口围带后方, 紧贴于大核左侧方, 直径为 4.00 ~ 6.00 μm (表 5)。伸缩泡 1 个, 位于体后部。活体虫体含较多大球形颗粒, 螺

旋式向前运动, 速度较为缓慢, 或附着于固体物表面, 腹部触毛“行走”态; 常与苔藓生物生活在一起。

该种于 1932 年首次被 Kahl 发现, 并归于 *Euplotes* 属, 本种的典型特征为口围带发达, 常持续右旋达身体后 1/3 处, 口区宽阔, 大核单一并呈“C”型。

2.6 斯坦赭虫 (*Blepharisma steini* Kahl, 1932) (图 6, 表 6) 属异毛纲 (Heterotrichea) 异毛目 (Heterotrichida) 赭虫科 (Blepharismidae) 赭虫属 (*Blepharisma*)。鉴定参考 Kahl (1932)。

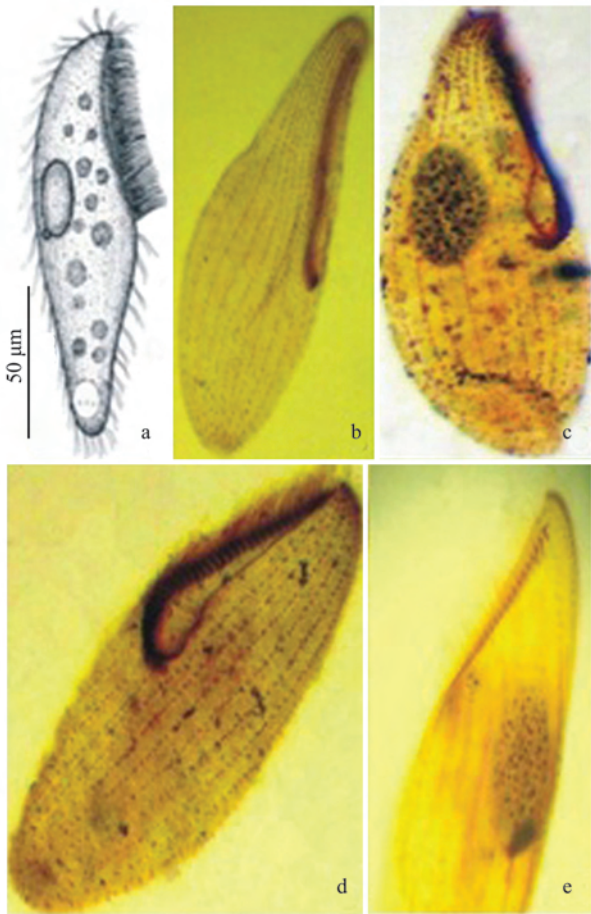


图 6 斯坦赭虫

Fig. 6 Morphology of *Blepharisma steini*

- a. 活体腹面观; b. 蛋白银染色左侧观; d. 蛋白银染色右侧观; c、e. 示大小核。
a. Ventral view *in vivo*; b. Left side view after protargol impregnation; d. Right side view after protargol impregnation; c, e. View of the macronuclear segments and micronuclei.

表 6 斯坦赭虫形态学统计特征(数据来自蛋白银制片)

Table 6 Biometrical characterization of *Blepharisma steini*

(Based on protargol impregnated specimens)

特征 Character	最大值 Maximum	最小值 Minimum	平均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数(%) Coefficient of variation	个体数 Individuals
体长 Body length (μm)	183	120	147.9	18.2	12.3	14
体宽 Body width (μm)	70	38	52.5	9.2	17.4	14
口围带长 Adoral zone of membranelles length (μm)	79	60	70.5	5.4	7.7	14
大核数 Macronuclear segments number	1	1	1.0	0.0	0.0	14
小核数 Micronuclei number	2	1	1.0	0.4	42.6	14

虫体经染色后大小约(120.00 ~ 182.50) μm × (37.50 ~ 70.00) μm (表 6)。长卵圆形至纺锤形,前端缩窄,后端浑圆。虫体无色,内含较多的油球和食物颗粒。大核 1 个,长椭圆形,位于虫体腹面靠左侧;小核 1 个,圆形,位于大核背面后部,伸缩泡 1 个,位于末端位,直径约 11.25 ~ 17.50 μm,无明显的收集管。运动缓慢。

该种于 1932 年由 Kahl 首次报道,其典型特征为:体纤毛发达,有 17 ~ 19 列,左侧纤毛几乎全从口前开始,纵列于体表,右侧纤毛均沿口围带左侧排列,呈弧形。口围带起始于体前端,向后延伸至虫体 1/2 处时,向左侧呈钩状弯曲,小膜有 37 ~ 45 片。口区位于口围带的钩状弯曲内,呈圆形。

参 考 文 献

Berger H. 1999. Monograph of the Oxytrichidae (Ciliophora, Hypotrichia). London: Kluwer Academic Publishers, 1 – 1047.

Berger H. 2011. Monograph of the Gonostomatidae and Kahliliellidae (Ciliophora, Hypotrichia). London: Springer Dordrecht Heidelberg, 212 – 227.

Blatterer H., Foissner W. 1988. Beitrag zur terricolen Ciliatenfauna (Protozoa: Ciliophora) Australiens. Stapfia,

17(6): 1 – 84.

Foissner W. 1976. *Wallackia schiffmanni* nov. gen. nov. spec. (Ciliophora, Hypotrichida) ein alpine hypotricher. Ciliat. Acta Protozoologica, 15(4): 387 – 392.

Foissner W., Petz W. 1989. The effects of mancozeb and lindane on the soil microfauna of a spruce forest: A field study using a completely randomized block design. Biology and Fertility of Soils, 7(3): 225 – 231.

Foissner W., Agatha S., Berger H. 2002. Soil ciliates (Protozoa, Ciliophora) from namibia (Southwest Africa), with emphasis on two contrasting environments, the Etosha Region and the Namib Desert. Biologiezentrum, 893 – 899.

Hemberger H. 1982. Revision der Ordnung Hypotrichida Stein (Ciliophora, Protozoa) an Hand von Protargolpräparaten und Morphogenesedarstellungen. University of Bonn, 1 – 296.

Hemberger H. 1985. Neue gattungen und arten hypotricher Ciliaten. Archiv für Protistenkunde, 130(4): 397 – 417.

Kahl A. 1932. Urtiere oder Protozoa I: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria) 3. Spirotricha. Jena: Verlag Von Gustav Fischer, 399 – 650.

Lepsi L. 1951. Modificarea faunei de protozoare tericole, prin irigatii agricole. Buletin sti. Acad. Repub. pop. rom, 3: 513 – 523.

Lynn D H. 2008. The Ciliated Protozoa. New York: Pergamon Press, 1 – 605.

沈韞芬. 1999. 原生动物学. 北京: 科学出版社, 474 – 475.

宁应之, 沈韞芬. 1998. 中国典型地带土壤原生动物: I. 区系特征和物种分布. 动物学报, 44(1): 5 – 10.