

西沙、中沙群岛海域的角藻*

郭玉洁** 叶嘉松*** 周汉秋**

角藻是甲藻门、甲藻纲、多甲藻目、角藻科的一个大属, 在世界上已记录约 120 种, 除个别种外, 都是海产, 主要分布在热带大洋及其附属海域。它们中的大多数对环境条件要求相当严格, 因此其区系分布和生态特点在海洋学上具有重要意义。

截至目前, 已发表的一些世界大洋的角藻分类和生态报告^[7,8,9,10,11], 除印度洋调查外^[31], 其余大都未涉及其边缘海域。在国内, 曾报道渤海、厦门和海南岛水域的角藻 32 种, 其调查区或在内海或距岸较近。西沙、中沙群岛海域的角藻则尚未见记载。

随着我国海洋调查范围向东部和南部外海发展, 我们采到许多角藻标本。本文根据 1974 年 5—6 月和 1975 年 3—4 月, 在西沙、中沙群岛及其附近海域 ($15^{\circ}28'—17^{\circ}30'N$, $111^{\circ}10'—114^{\circ}50'E$) 42 个测站上, 用网目为 68 平方微米的小型浮游生物网, 自水底至水表垂直拖网所获得的材料, 先报告角藻 31 种, 其中有 20 种和 4 变种是我国初次记录(包括新订正的一个变种), 其余种类以后陆续报道。

在西沙、中沙群岛海域的角藻中, 除极少数可见于温带外, 绝大多数都是热带海域的习见种; 还有圆头形角藻 (*Ceratium gravidum* Gourret)、剑锋角藻 (*C. incisum* (Karst.) (örg.)、曲肘角藻 (*C. geniculatum* (Lemm.) Cleve) 等世界罕见的狭热带性种, 锥形角藻 *JC. schroeteri* Schröder)、梭角藻针状变种 (*C. fusus* var. *seta* (Ehr.) Jörg)、偏转角藻 (*C. deflexum* (Kof.) Jörg)、毕氏角藻 (*C. bigelowii* Kofoid) 等热带印度-西太平洋特有种, 以及深水产的嗜阴性物种, 如脑形角藻 (*C. cephalotum* (Lemm.) Jörg)、长头形角藻 (*C. praelongum* (Lemm.) Kofoid ex Jörg.) 等。它们分别代表着西沙、中沙群岛海域生物地理学和海洋生态学的特点。

本属有些种的形态变化很大, 无论在文献或我们的标本中都出现许多这种现象。因此在本文中对一些多型种标本进行了详细测量, 以便与其近缘种比较。Jørgensen 曾提出本属的分类演化系统^[9], Sournia^[28] 对此也进行过讨论。目前我们对本属全部种类的形态和生态变异认识还不全面, 故本文对每亚属内的物种暂按种名字母顺序排列描述, 以后再进一步讨论其演化系统。

角藻属名录

角藻属 Genus *Ceratium* Schrank

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 596 号; 本文蒙中国科学院水生生物研究所倪达书教授和山东海洋学院王筱庆副教授审阅并提出修改意见; 邢军武同志为插图上墨, 宋华中、毛元兴同志照相, 特此志谢。

** 中国科学院海洋研究所。

*** 中国科学院南海海洋研究所。

本刊编辑部收稿日期: 1980 年 4 月 11 日。

古角藻亚属 Subgenus *Archaeoceratium* Jörgensen

1. 脑形角藻 *Ceratium cephalotum* (Lemm.) Jörgensen 1911*
2. 圆头形角藻 *C. gravidum* Gourret 1883*
3. 长头形角藻 *C. praelongum* (Lemm.) Kofoid ex Jörgensen 1911*
4. 锥形角藻 *C. schroeteri* Schroeder 1906*

角藻亚属 Subgenus *Ceratium* (Syn. *Biceratium* (Vanhoeffen) Jörgensen)

5. 针角藻 *C. belone* Cleve 1900*
6. 蜡台角藻 *C. candelabrum* (Ehr.) Stein 1883
7. 叉状角藻 *C. furca* (Ehr.) Claparede et Lachmann 1859
8. 剑锋角藻 *C. incisum* (Karsten) Jörgensen 1911*
9. 五角形角藻长角变种 *C. pentagonum* var. *longisetum* (Ostenf. et Schm.) Jörgensen 1911*

长角藻亚属 Subgenus *Amphiceratium* (Vanhöffen) Ostnefeld

10. 毕氏角藻 *C. bigelowii* Kofoid 1907*
11. 镰角藻 *C. falcatum* (Kofoid) Jörgensen 1920*
12. 梭角藻针状变种 *C. fusus* var. *seta* (Ehr.) Jörgensen 1911
13. 曲肘角藻 *C. geniculatum* (Lemm.) Cleve 1901*
14. 长嘴角藻 *C. longirostrum* Gourret 1883*

锚角藻亚属 Subgenus *Tripoceratium* Kofoid [Syn. *Euceratium* (Gran) Ostnefeld, *Orthoceratium* Sournia 1968]大角组 Section *Macroceros* Ostnefeld

15. 歧分角藻飞姿变种斯里兰卡变型 *C. carriense* var. *volans* f. *ceylanicum* (Schröder) Jörgensen 1911
16. 偏转角藻 *C. deflexum* (Kofoid) Jörgensen 1911
17. 网纹角藻原变种旋角变型 *C. hexacanthum* f. *spirale* (Kofoid) Schiller 1937*
18. 大角藻细弱变种 *C. macroceros* var. *tenuissima* Karsten 1907
19. 马西里亚角藻 *C. massiliense* (Gourret) Karsten 1906
20. 巴氏角藻长角变种 *C. pavillardii* var. *hundhausenii* (Schr.) Guo et Ye emend.**
21. 波状角藻 *C. trichoceros* (Ehr.) Kofoid 1908
22. 兀鹰角藻原变种原变型 *C. vultur* var. *vultur* Cleve 1900*
- 兀鹰角藻原变种双弯角变型 *C. vultur* var. *vultur* f. *recurvum* (Jörg.) Schiller 1937*
- 兀鹰角藻苏门答腊变种 *C. vultur* var. *sumatranum* (Karsten) Steemann Nielsen 1934

掌状组 Section *Palmata* (Pav.) Jörgensen

23. 蛙趾角藻掌状变种 *C. ranipes* var. *palmatum* (Schröder) Jörgensen 1920

板角组 Section *Platyconrnia* Jörgensen

24. 板角藻 *C. platycorne* Von Dady 1887*

锚角组 Section *Tripas* Ostnefeld

25. 短角藻原变种 *C. breve* var. *breve* (Ost. et Schm.) Schröder
- 短角藻平行变种 *C. breve* var. *parallelum* (Schm.) Jörgensen 1911
26. 扭角藻原变种 *C. contortum* var. *contortum* (Gourret) Cleve 1900*
- 扭角藻舞姿变种 *C. contortum* var. *saltans* (Schröder) Jörgensen 1911
27. 瘤壁角藻异角变种 *C. gibberum* var. *dispar* (Pouchet) Sournia 1967*
28. 细长角藻 *C. longissimum* (Schröder) Kofoid 1907*
29. 新月角藻 *C. lunula* (Schimper ex Karsten) Jörgensen 1911
30. 对称角藻拢角变种 *C. symmetricum* var. *coarctatum* (Pav.) Graham et Bronikovsky 1944*
31. 仿锚角藻 *C. tripodioides* (Jörgensen) Steemann Nielsen 1934*

* 我国新记录。

** 新订正种。

角藻属 Genus *Ceratium* Schrank 1793I. 古角藻亚属 Subgenus *Archaeoceratium* Jörgensen 1911

上体部扁宽如叶状, 无顶角, 有顶孔。部分种类上体部腹面有圆形或椭圆形孔, 称环孔。在扫描电镜下观察^[30], 环孔表面有甲片封闭。本亚属在世界上不到 10 种, 而在西沙和中沙海域就采到 4 种, 都是我国新记录。它们都是生活于暖海水深超过 50 或 100 米深处的嗜阴性 (Umbripilic) 物种。

1. 脑形角藻 *Ceratium cephalotum* (Lemm.) Jörgensen* 1911 (图 1, 图版 I:2)

Karsten, 1907: pl. 50, figs. 1a—b; Okamura, 1921: 3, fig. 49; 丸川, 1921: 8, fig. 88; Nielsen, 1934: 7, fig. 2; Schiller, 1937: 356, fig. 388; Graham, 1934: 15, fig. 12; Wood, 1953: 271, fig. 185; Sournia, 1967: 388, fig. 2; Taylor, 1976: 56, pl. 11, fig. 106.

= *C. gravidum* var. *cephalote* Lemm.

个体扁平, 顶端圆形, 无顶角, 顶孔位于上体部顶端偏右方。上体部中部直径最大, 靠近横沟处的上体部直径缩小, 为最大直径的 1/3 左右。环孔椭圆形。下体部的高度约为上体部的 1/3。两侧略弯。左, 右脚角肥直而短, 末端尖, 伸出方向略与个体纵轴平行, 横沟平直, 有宽翼。壁上有细网纹和小孔。

$D = 48$ 微米, $E = 116$ 微米, $H = 40$ 微米, $R = 16$ 微米, $L = 22$ 微米¹⁾。

四月中旬在中沙附近 ($15^{\circ}32'N$, $113^{\circ}1'E$) 采到少量, 是世界上罕见的狭热带性外

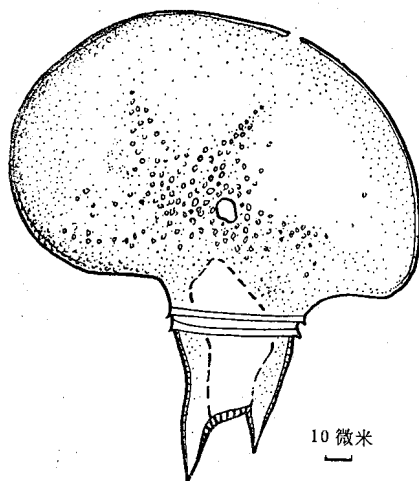


图 1 脑形角藻 *Ceratium cephalotum* (Lemm.) Jörg.

1) 本文所用代号意义如下:

D ——横沟的直径(不包括突出的翼)。

E ——上体部的高度。

H ——下体部的高度。

R ——右脚角的长度。

L ——左脚角的长度。

A ——顶角的长度。

$\angle \delta$ ——上体底缘与横沟延线相交的角。

洋种,在大西洋、印度洋和太平洋的热带区曾有报道。

2. 圆头形角藻 *Cerarium gravidum* Gourret 1883* (图 2A—F, 图版 I:1 A—F)

Jørgensen, 1911: 10—11, figs. 8, 11, 12; 1920: 10, fig. 4; 丸川, 1921: 9, figs. a—c; Pavillard, 1937: 11; Schiller, 1937: 357, fig. 389; Graham, et al. 1944: 15, figs. 3—4; Кмсель, 1950: 238, figs. 396a,b; Sournia, 1968a: 388, pl. 1, fig. 3; Taylor, 1976: 57, pl. 11, figs. 99, 100, 101a,b.

= *C. oviforme* von Dady 1888.

= *C. gravidum* var. *latum*, var. *angustum*, var. *elegans*, et f. *obvatum* Jørgensen.

无顶角,上体部长度与宽度的变异很大,常呈卵圆形或接近圆形(长度:宽度=1.1—2),

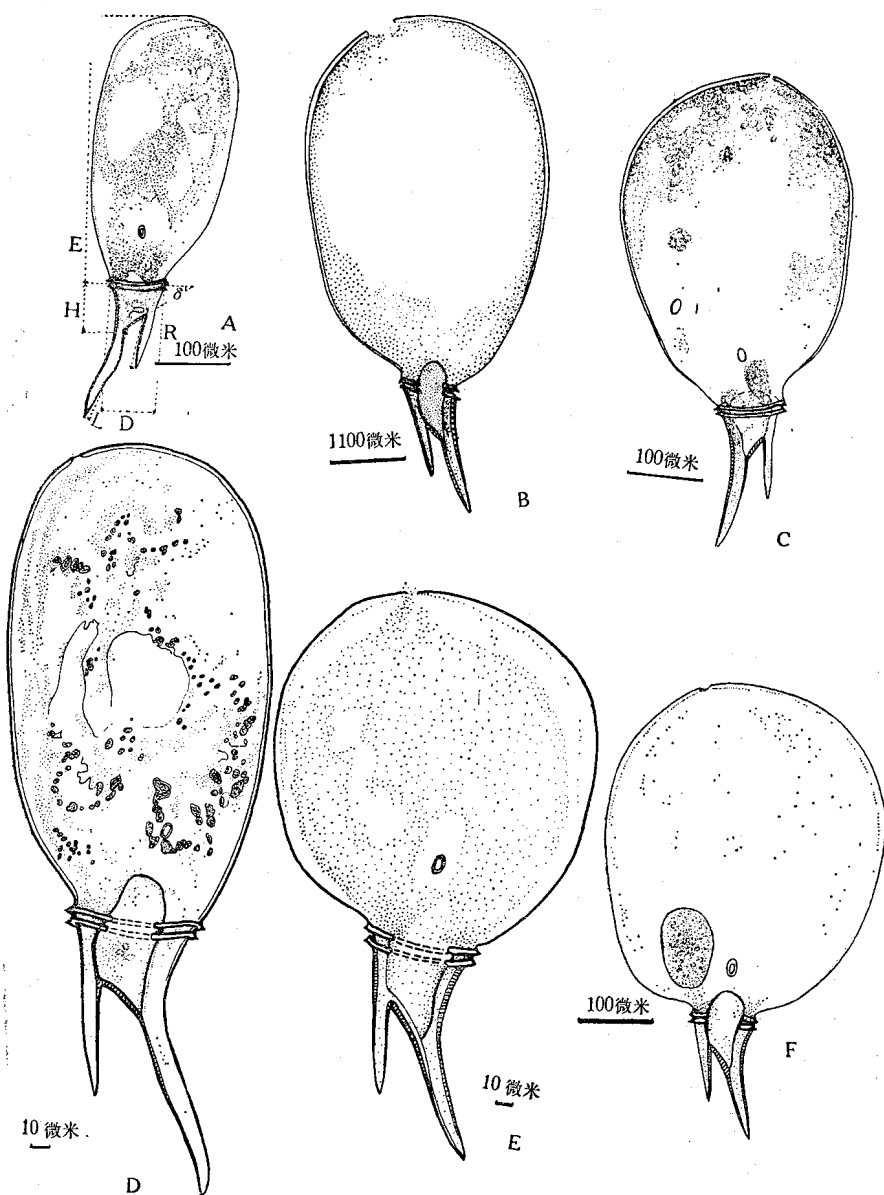


图2 圆头形角藻 *Cerarium gravidum* Gourret
A—F. 各种不同大小的个体

顶孔亦位于顶端偏右侧。环孔椭圆形, 近横沟处的直径缩小为上体部直径的 $1/5—1/2$ 。下体部的宽度和高度都较上体部小得多, 底缘斜直。左、右脚角末端尖, 右角与体纵轴平行伸出, 左脚角较右脚角长并稍向外张开, 横沟平直, 有窄翼。壁薄有小孔, 有时能看到大椭圆形的细胞核。

$D = 48—75$ 微米 $E = 205—362$ 微米, $H = 60—120$ 微米, $R = 50—60$ 微米, $L = 70—100$ 微米, $\angle\delta \simeq 30^\circ$ 。

Jørgensen^[9,10] 曾将本种上体部长宽比例不同和左、右脚角长度不同的个体定为本种的一些变种 (*C. gravidum* var. *angustum*, var. *elegans*, var. *latum*, var. *obvatum*)。后经研究, 它们的大小变化都是连续的, 故本文按 Taylor^[30] 的意见, 将之都并为本种的个体变异。

热带大洋性嗜阴种, 习见于世界各大洋的热带水域和地中海、加勒比海等 (Halim 曾报告本种的分布与加勒比海沟附近的上升流有关)。四、五月在 17°N 以南 112°E 以东的西沙和中沙海域采到少量。

3. 长头形角藻 *Ceratium praelongum* (Lemm.) Kofoid ex Jørgensen 1911* (图 3, 图版 I:3)

Okamura, 1912: 3, figs. 48 a—b; 丸川, 1921: 8, figs. 81 a—c; Nielsen, 1934: 7, fig. 1; Schiller, 1937: 356, fig. 387; Garham, 1944: 14, fig. 1; Sournia, 1968a: 386, fig. 1; Steidinger, 1970: fig. 159; Taylor, 1976: 58, figs. 102, 103.

= *C. gravidum* var. *paraelongum* Lemmermann.

上体部长圆形如舌状, 两侧平滑或向左侧略弯, 顶端长圆形, 顶孔偏右侧。上体部的高度约为宽度的 2.5 倍, 近横沟处的直径与前端相仿, 这是本种与上述圆头形角藻或脑形角藻的主要区别。环孔未见。下体部短 (约为上体部高度的 $1/3$), 左侧凹, 右侧平直, 底缘直或略弯。左脚角比右脚角粗壮, 末端均尖, 顺个体纵轴方向伸出后, 都斜向体后, 唯右脚角较短直, 左脚角长而向左侧延伸。横沟平直, 有窄翼, 壁较厚, 布满小孔。

$D = 51—66$ 微米, $E = 140—170$ 微米, $H = 43—53$ 微米, $R = 27—48$ 微米, $L = 45—67$ 微米。

热带大洋性深水种 (嗜阴性物种)。四月下旬至五月下旬, 在西沙和中沙群岛海域 (16°N 以南、 112°E 以东) 采到少量。大西洋及印度洋热带区, 太平洋关岛、日本及加利福尼亚附近海域都有。

4. 锥形角藻 *Ceratium schroeteri* Schröder 1906* (图 4, 图版 I:5)

Kofoid, 1907: 173, pl. 3, fig. 18; Jørgensen, 1920: 8, fig. 3; Pavillard, 1931: 67, pl. 2, fig. 15; Taylor, 1976: 58, fig. 104.

本种在显微镜下常以侧面出现, 上体部高突如锥, 背面前端较直, 近横沟处呈波状, 腹面略带 S 形弯曲, 近横沟处略扭转。上体部从横沟处向顶端渐变细, 末端开口, 已有形成顶角的趋势。下体部的高度仅为上体部的 $1/10$, 背面略凸, 腹面略凹, 底缘很窄。左脚角比右脚角粗壮, 左壁特厚, 有小刺, 末端尖细, 封闭, 弯向左侧张开。右脚角直而短, 其长度仅及左脚角之半, 但也有小刺。

$D = 46$ 微米, $E = 209$ 微米, $H = 23$ 微米, $R = 60$ 微米, $L = 124$ 微米。

西沙标本的形态与印度洋的标本^[40,31] 有两点不同:



图3 长头形角藻 *Ceratium praelongum*
(Lemm.) Kofoid ex Jörgensen

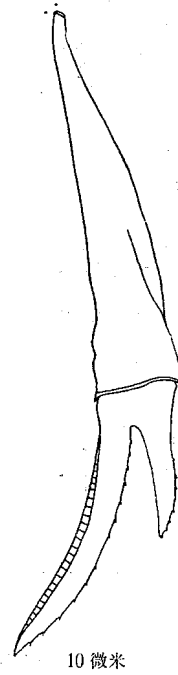


图4 锥形角藻 *Ceratium schroeteri*
Schröder

(1) 西沙标本上部背侧近横沟处有波状弯曲,而印度洋标本则平直。

(2) 西沙标本左、右脚角都有小刺,印度洋标本仅左角有小刺,或两角都无小刺。

1974年5月29日在西沙群岛东南海域(概位 $16^{\circ}40'N$, $112^{\circ}42'E$)采到少量,是罕见的印度-太平洋热带种,曾记载于印度洋、孟加拉湾西部和墨西哥西南的太平洋热带海域。

II. 角藻亚属 Subgenus *Ceratium* (=Subgenus *Biceratium* (Vanhöffer) Jörgensen)

有明显的顶角,长度短或中等,左、右脚角长短不一。在本亚属中包括本属的模式种飞燕角藻 (*C. hirundinella* (Müll.) Bergh.),故 Sournia 指出^[28],按《植物命名国际法规》条款22,以 *Biceratium* 为亚属名是不恰当的, Taylor^[30] 提出以属名作亚属名。

本亚属在世界上约报道了16种。在中沙和西沙海域见到5种,其中除叉角藻和蜡台角藻外,都是我国的新记录。

5. 针角藻 *Ceratium belone* Cleve 1900* (图5A, B, 图版 I:6)。

Jörgensen, 1920: 22, fig. 14; 丸川, 1921: 9, fig. 93; Nielsen, 1934: 10, fig. 10; Schiller, 1937: 369, fig. 407a; Graham, 1944: 19, fig. 8; Sournia, 1968 a: 399, fig. 22; Steidinger et al. 1970: fig. 10; Taylor, 1976: 58, pl. 12, fig. 119.

= *C. pacificum* Schröder 1906.....Kofoid, 1907: 171, pl. III, fig. 21; Pavillard, 1931: 71, pl. II, fig. 17.

体甚细长,上部部从纵轴开始直到顶孔均匀变细,形成细长的顶角,上部部与顶角间几乎无明显界限。顶角直或略弯,末端平,开口。下部部短,两侧几乎平行,有的标本下部部靠近横沟处略凸出(图 5B),底缘斜直。左、右脚角细长,末端尖,封闭。左脚角较右脚角稍粗壮而长。横沟环形,有时有小翼。

$D = 24-30$ 微米, $E + A = 384-490$ 微米, $H = 48-66$ 微米, $L = 156-160$ 微米, $R = 64-75$ 微米。

热带海域上层的习见种,量少。分布于印度洋东非外海,太平洋自 33.5°S 到 32°S 间的热带区, 38°S 以南的大西洋东西两岸热带海域,地中海。中沙群岛东南海域(4月, $15^{\circ}32'\text{N}$, 113°E) 和西沙群岛东南海域(5月, $16^{\circ}10'\text{N}$, $112^{\circ}33'\text{E}$)。

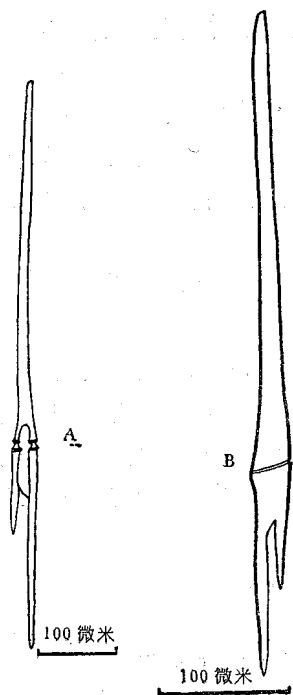


图 5 针角藻 *Ceratium belone* Cleve

A. 腹面; B. 背面

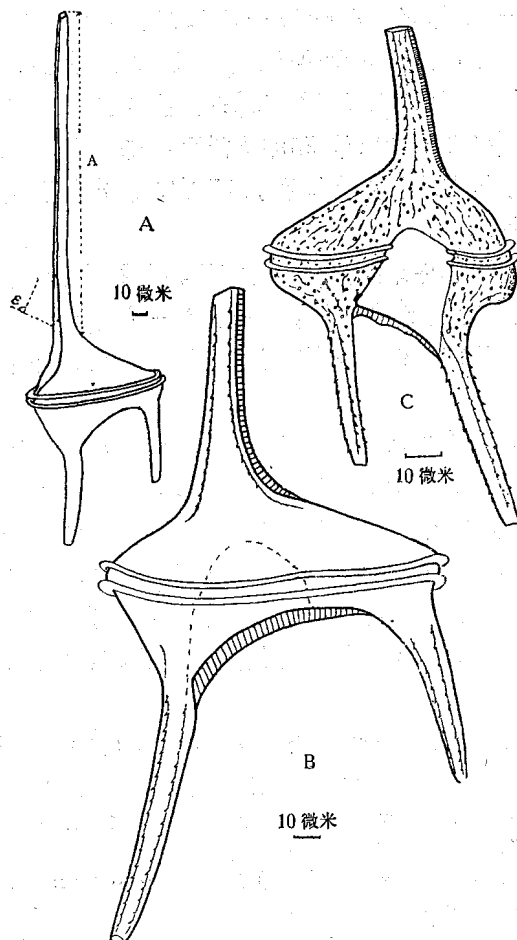


图 6 蜡台角藻 *Ceratium candelabrum* (Ehr.) Stein

A. 年幼个体; B, C 年老个体

6. 蜡台角藻 *Ceratium candelabrum* (Ehr.) Stein 1883 (图 6A—C, 图版 I:10 A—B)

Stein, 1883: 15, figs. 14—16; 丸川, 1921: 32, pl. 10, figs. 98a, b, c, d; Lebour, 1925: 143, pl. 30, fig. 2; Text-figures 45b, c; Nie, 1936: 30, figs. 1 a, b, c;

= *C. candelabrum* f. *commune* Böhm 1931

Schiller, 1937: 365, figs. 40a, b; Taylor, 1976: 59, pl. 12, fig. 124.

= *C. candelabrum* var. *depressum* Pauchet... Schiller, 1937: 366, fig. 403.

= *C. candelabrum* var. *dilatatum* (Gourr.) Jörgensen.

个体宽度(横沟部的直径)稍大于高度(上壳高度与下壳高度的和),高度:宽度 $\approx 2/3$ 。上部矮圆锥形,左侧平或略凸,右侧平直且较左侧长。顶角长度变化很大,一般较短,直或略弯,常偏居上部左侧生出。下部部略带三角形,左侧凸起或略凹下,底缘斜、直或略弯,常有薄翼。左、右脚角平行或略张开,分别向个体后方直伸。左角的长度等于或小于个体直径、约为右脚角长度的1.3—1.5倍(海南岛标本为1.25—2倍)^[46]。三个角的末端都平截开口。横沟环形,右端常稍降低。

$D = 69-77$ 微米, $E = 24-31$ 微米, $H = 31-38$ 微米, $A = 50-201$ 微米, $R = 39-47$ 微米, $L = 53-59$ 微米, $\angle \varepsilon = 100-110^\circ$, $\angle \delta = 20-25^\circ$ 。

本种是广泛分布于热带大洋的种类,但其耐温下限较低,在暖温带也可采到。春季在西沙海域($15^\circ 51'N$, $111^\circ 11'E$)采到少量。在海南岛三亚常采到,是太平洋($40^\circ S-40^\circ N$)、大西洋($40^\circ S-42^\circ N$)和印度洋西南部的习见种。

据报告^[31]本种是多型种,其形态随着产地和年龄而异,年老个体壁上有明显的波状短纹和带刺的翼。

在西沙群岛采到壁薄,无短纹、孔和翼的标本(图6A);也曾采到壁粗壮有短纹和孔的标本,其各角都有四楞,每楞上生一行小刺。下部底缘、顶角和横沟边缘都有明显的翼。其上部两侧夹角较上述薄壁标本稍大,而下部底缘与横沟的夹角则较之稍小(图6B, C)

$D \approx 100$ 微米, $E = 25-31$ 微米, $H = 18-31$ 微米, $A = 75$ 微米, $R = 48-70$ 微米, $L = 72-100$ 微米, $\angle \varepsilon = 135^\circ$, $\angle \delta = 15^\circ$ 。

这种粗壮个体于5月下旬采自西沙群岛海域($13^\circ 39'N$, $112^\circ 3'E$),与上述薄壁者比较更偏居调查区西南部外海,是受热带外海水影响更大的海域。许多文献都认为这种粗壮个体是原种的生态变异,但都没有提出产生这种变异的具体条件。它与原种的形态差别的确大得令人难以相信它们是同一物种,故应再通过实验生态工作来进一步证实这个问题。

7. 叉状角藻 *Ceratium furca* (Ehr.) Claparide et Lachmann 1859

原变种 var. *furca* (图7A, B, 图版 I:8)

Jörgensen, 1911: 17, figs. 23a, 23b; Sournia, 1968a: 395: fig. 20; Steidinger & William, 1970: fig. 20; Taylor 1976: 60, fig. 109.

= *C. furca eugrammum* (Ehr.) Jörgensen.....Jörgensen, 1911: 17, fig. 26; Nie, 1936: 34, figs. 4 A, B; Schiller, 1937: 368, figs. 404b, 405b.

个体较长,上部两侧均匀微向内凹,略呈等腰三角形,自横沟以上约占上部高度的 $1/6$ 处向前均匀变细,形成开孔的顶角。左、右脚角接近平行,向体后直伸出,末端尖而封闭。左脚角常较右脚角粗壮且长(左脚角的长度一般为右脚角的两倍以上),有时生小刺。下部两侧平直或略弯,底缘斜平。横沟平直。

$D = 31-33$ 微米, $E + A = 135-138$ 微米, $H = 31-33$ 微米, $R = 29-32$ 微

1) $\angle \delta$ 代表自上体部左右两侧边缘引出两直线的交角。

米, $L = 73-78$ 微米。

热带性种,也可进入暖温带。在世界上分布很广,在近海出现的数量较外海多,是东海、南海的习见种。此次在西沙和中沙海域仅采到原变种。

本种为多型种,一般在种下又分出原变种和矮胖变种。前者直径在 40 微米以上,角长 ($L \leq 2R$); 后者直径小于 40 微米,角短 ($L \geq 2R$)。由于本种形态变异范围很宽,如仅着眼于个体局部的量度,而忽视体形的全貌,就会造成混乱。如按西沙标本(图 7A, B)的局部量度 ($D < 40$ 微米, $L > 2R$),可定为矮胖变种,但从其体形来看,显然与近代作者所鉴定的原变种一致^[31]。

详细测量了以往的资料^[9,27,28,31]后可看出,直径的大小及左、右脚角间的比例的确变化很大,但体形的全貌却相当稳定。因此对这两变种的区分依据应作如下补充:

(1) 原变种 *Ceratium furca* var. *furca* (图 7A, B)

体瘦长,上体部两侧平或凹下,两侧延伸线所形成的夹角 ($\angle \varepsilon$) 较小,顶角和左、右脚角都较长。

$A + E + H + L$ (全体长) > 240 微米 (240—315 微米), $L \simeq 80$ 微米, $R \simeq 30$ 微米, $\angle \varepsilon = 28^\circ-33^\circ$ 。

(2) 矮胖变种 *Ceratium furca* var. *eugrammum*

体粗短,上体部两侧凸起,两侧延伸线形成的夹角较大。顶角和左、右脚角都较短。

$A + E + H + L$ (全体长) $\simeq 150$ 微米 (142—200 微米), $L \simeq 40$ 微米, $R \simeq 15$ 微米, $\angle \varepsilon = 40^\circ(35^\circ-40^\circ)$ 。

在文献中,常把本种误认为是由 Dujardin (1841) 所修订,其实本种最初被 Ehrenberg (1836, 1838) 定为 *Preidinium furca*; Dujardin 修订为 *Ceratium furca* (Ehr.), 但未进行详细记载,而且认为本种是 *Ceratium fusus* 的邻近种。Clapared et Lachmann 提出, Dujardin 对本种的修订是不妥当的,不能视为有效;故本种的真正修订人应是 Clapared et Lachmann (1859)。

8. 剑锋角藻 *Ceratium incisum* (Karsten) Jörgensen 1911* (图 8 图版 I:4)

Jörgensen, 1911: 22, fig. 13; 丸川, 1921: 9, fig. 95; Nielsen, 1934: 10, fig. 11; Schiller, 1937: 370, fig. 407b; Graham et Bronikovsky, 1944: 19, fig. 9; Гайл, 1950: 50, pl. 10, fig. 10; Sournia, 1968 a: 400, fig. 21; Taylor, 1976: 61, pl. 12, fig. 118.

上体部狭长,从横沟处向顶端逐渐变细成顶角,顶端平截,开口。上体部两侧平滑或左侧前段略向内凹,与顶角间界限不明显。下体部矮,右侧直,左侧略凹,底缘斜且平,右脚角较直,末端尖,左脚角较右脚角粗(前者直径约为后者的 2 倍)且长,略弯,末端稍钝。横沟环形,有小翼,壁厚有细孔。

$D = 34-40$ 微米, $E + A = 210-218$ 微米, $H = 32-47$ 微米, $L = 100-130$ 微米, $R = 35-60$ 微米。

本种是罕见的狭热带大洋性种。1974 年 5 月中旬,在西沙群岛东南水域 ($16^\circ 28'N$, $111^\circ 15'E$) 采到少量。太平洋(日本南部沿海)、大西洋(非洲西岸)、印度洋(非洲东岸)、地中海、红海等都有记录。

9. 五角形角藻 *Ceratium pentagonum* Gourret 1883

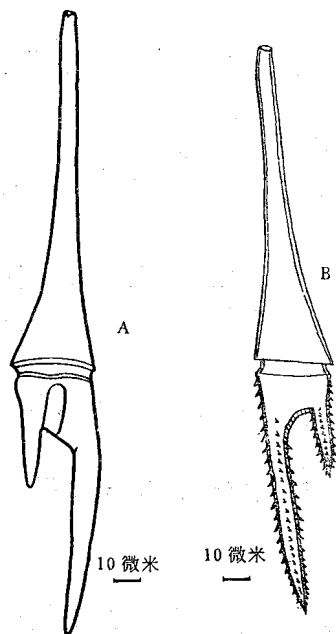


图7 叉状角藻原变种 *Ceratium furca*
var. *furca* (Ehr.) Clap. et Lachm.
A. 背面; B. 腹面



图8 剑锋角藻 *Ceratium*
incisum (Karst.) Jörg.

长角变种 var. *longisetum* (Ostenf. et Schm.) Jörgensen 1911* (图9, 图版 I:11)
Jörgensen, 1911: 21, pl. II, fig. 31, 1920: 27; Forti, 1922: 36, pl. 1, fig. 19; Taylor, 1976: 63, pl. 12, fig. 113.

= *C. lineatum* var. *longiseta* Ostenf. et Schm., 1901: 163, fig. 12.

个体略呈五角形, 上部两侧几乎直, 下部两侧略凹, 底缘平直或稍斜(右侧略高于左侧), 下部的高度较上部小。横沟直, 边缘无翼。顶角甚长, 等粗, 直或略弯, 末端截平行。左、右脚角短而直(左脚角略长于右脚角), 末端尖且封闭, 几乎平行向体后伸出。

$D = 59$ 微米, $E = 33$ 微米, $H = 25$ 微米, $A = 315$ 微米, $R = 15$ 微米, $L = 18$ 微米, $\angle \varepsilon = 80^\circ$, $\angle \delta = 14^\circ$

热带外洋性种, 1974 年 5 月底采自西沙群岛海域 ($16^\circ 51'N$, $112^\circ 28'E$)。在印度洋, 其向南分布界限不超过南纬 12° (1964 年 3 月), 是地中海东部和直布罗陀海峡受外洋水影响海域的优势种, 主要出现于夏季表层水中。

Schiller (1937:371, fig. 408c) 把此变种与本种的细弱变种 (*C. pentagonum* var. *tenerum* Jörg.) 合并, 并把 Jörgensen (1911, pl. II, fig. 31.) 所绘本变种原图改名为细弱变种, 但未说明更改理由。虽然这两变种的形态很相近, 但两者的地理分布并不完全一致。在印度洋, 长角变种向南分布到南纬 12° , 而细弱变种则分布到南纬 40° , 说明长角变种是较细弱变种适温更高、热带性更强的种类。因此我们认为仍应分别保留这两个变

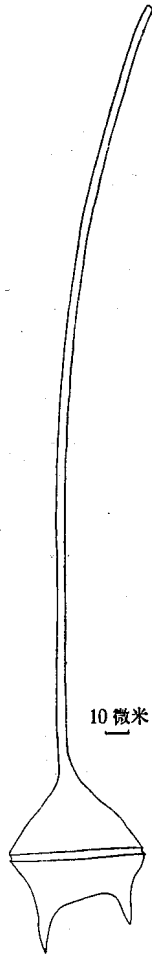


图9 五角形角藻长角变种 *Ceratium pentagonum*
var. longisetum (Ostenf. et Schm.) Jörg.

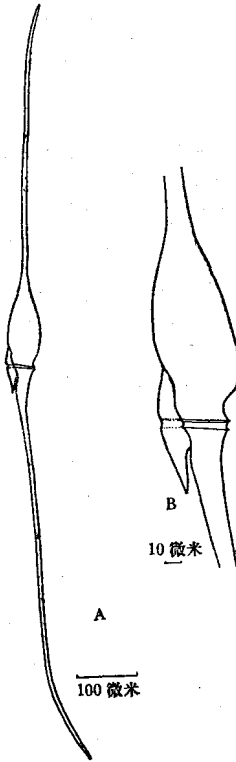


图10 毕氏角藻 *Ceratium bigelowii* Kofoid
左侧面
A. 全体; B. 个体中部放大图

种,不必合并。

III. 长角藻亚属 Subgenus *Amphiceratium* (Vanhöffen) Ostenfeld

个体长、左、右脚角都伸向体后,右脚角退化为甚小,左脚角却异常发达。在世界上已报导 8 种,在西沙海域采到 5 种,除梭角藻外,都是我国的首次记录。

10. 毕氏角藻 *Ceratium bigelowii* Kofoid 1907* (图 10A, B, 图版 I:7A—B)

Kofoid, 1907: 170, pl. 3, fig. 22; Jörgensen, 1911: 25, fig. 44; Steemann Nielsen, 1934: 13, fig. 18; Schiller, 1937: 376, fig. 414 b; Graham et Bronikovsky, 1944: 22, figs. 11, I, K—M; Steidinger et Williams, 1970: 44, figs. 11 a, b; Taylor, 1976: 65, pl. 13, figs. 134, 135.

体细长,上部膨大成圆形或椭圆形,由于顶角和左、右脚角都弯向背方,故在显微镜下常以侧面出现。上部最宽处超过横沟直径,最高处为横沟直径的 2—3 倍。下部甚短,其高度约为横沟直径的 1/3。顶角细长,较直,末端弯向背方。左脚角较顶角更长,末端向背部略弯。右脚角甚短(在背面不易见到,因向腹面偏转),其长度常小于横沟的直径。

三个角的末端都封闭,但在脚角末端显得更尖细,横沟平直。

$D = 41-46$ 微米, $E = 120$ 微米, $H = 28-30$ 微米, $A \simeq 400$ 微米, $L \simeq 500$ 微米, $R \simeq 40$ 微米。

热带印度洋-太平洋种,在西印度洋中部、安达曼海、热带太平洋及日本海北部曾有报道;在大西洋则仅报道于墨西哥湾,是世界罕见种。1974 年 5 月末,我们在西沙群岛东南海域 ($16^{\circ}51'N$, $112^{\circ}28'E$) 采到。

11. 镰角藻 *Ceratium falcatum* (Kofoid) Jörgensen 1920* (图 11)

Jörgensen, 1920::39, fig. 28; Forti, 1922: pl. 2, fig. 26; Steemann Nielsen, 1934: 14, fig. 22; Pavillard, 1931: 73, 1937: 10; Schiller, 1937: 377, fig. 417 a; Graham et Beonikovsky, 1944: 24, figs. 11 W-AA; Sournia, 1968a: 414, fig. 38; Taylor, 1976: 65, pl. 13, fig. 133.

本种的主要特征是左脚角向左弯如镰刀,顶角却几乎是直的。上部自横沟向前逐渐均匀变细,形成顶端平截的顶角。下体部矮(其高度与宽度略等),右侧较直,左侧略凸,底缘直,由右向左倾斜。右脚角细短如刺,左脚角粗而长,末端弯向左方而且生有小刺(小刺间距约 2 微米),末端尖而封闭。

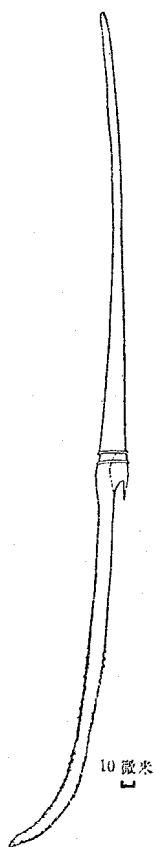


图 11 镰角藻 *Ceratium falcatum*
(Kof.) Jörg.



图 12 梭角藻针状变种 *Ceratium fuscus* var. *seta* (Ehr.) Jörg.
(此图的比例同图 11)

$D = 21$ 微米, $E + A \simeq 332$ 微米, $H \simeq D$, $R = 17$ 微米, $L = 280$ 微米。

热带性种, 1974 年 5 月末采自西沙群岛中部海域。地中海分布较多。热带太平洋、新西兰北岛、澳大利亚东部海域和印度洋虽都有报道, 但量很少。

12. 梭角藻 *Ceratium fusus* (Ehr.) Dujardin 1841

针状变种 var. *seta* Jörgensen 1911 (图 12)

Jörgensen, 1911: 29, fig. 55; 1920: 41, fig. 30; Prot, 1922: 44, pl. 2, fig. 29; Nie, 1936: 43, fig. 13; Schiller, 1937: 379, fig. 418 d; Гайл, 1950: 52, pl. 10, fig. 1 a; Sournia, 1968 a: 409, fig. 33; Taylor, 1976: 66, pl. 13, fig. 103.

个体长而直、常无右角是本变种的主要特征。上部自横沟向前均匀变细成顶角, 顶角长, 几乎直。下体部的长度较横沟直径略大。右脚角常退化消失(偶尔有截肢状短凸), 左脚角也几乎是直的, 或向左面微弯。左脚角与下体部长度的和一般都较上部体和顶角长度的和大得多。横沟平直。

$D = 20-30$ 微米, $E + A = 252-507$ 微米, $H = 40$ 微米, $H + L = 362-1316$ 微米。

本变种的角较原种更细长, 常无右脚角, 横沟以上部分的长度与横沟以下部分的长度差别较原种更大。

热带性种, 主要分布于印度洋和太平洋及其边缘海域, 可能是热带印度-太平洋种。在东海、南海和印度尼西亚的苏拉威西岛、布敦岛附近也常见, 是澳大利亚东岸悉尼附近浮游植物的优势种。1956 年 2—3 月在桑给巴尔附近海域是甲藻优势种之一。在我国广东省海南岛附近海域曾有报道。

13. 曲肘角藻 *Ceratium geniculatum* (Lemm.) Cleve 1901* (图 13)

Karsten, 1907: pl. 1, figs. 3a, b; Jörgensen, 1911: 24, figs. 42, 43, 1920: 34, fig. 24; 丸川, 1921: 34 pl. 10, fig. 105; Steemann Nielsen, 1934: 13, fig. 17; Pavillard, 1937: 10, Schiller, 1937: 375 fig. 414a; Graham & Bonikovsky, 1944: 22, fig. 11 j; Гайл, 1951: 51, pl. 10, fig. 3; Sournia, 1968 a: 407, figs. 30—31; Taylor, 1976: 66, pl. 13, figs. 140 a, b.

本种是极罕见的热带性种类。个体弯如曲肘。上部腹面观呈 S 形, 好像带有两个关节, 一是靠横沟处, 似有一弯向背面的关节, 再是像有一个弯向腹面的关节。同时变细形成弯向腹面的顶角, 顶角末端平截。背面观靠近横沟处的上部体部缢缩, 继之膨大变粗, 然后又明显变细, 形成顶角。在上体部还有向外突出的三条长翼(年幼个体上的翼不发达), 故上部体部横断面呈三角形, 这是本种独具的特征。下体部的长度小于个体直径, 两侧稍隆起, 底缘直而略斜。左脚角长且粗, 下段弯向左方。右脚角短而瘦小, 几乎直。

$D = 28$ 微米, $E + A = 140$ 微米, $H \simeq 80$ 微米, $A \simeq 60$ 微米, $H = 18$ 微米, $L = 120$ 微米, $R = 60$ 微米。

1975 年 5 月中旬采自西沙群岛东南海域 ($16^{\circ}8'N$, $111^{\circ}14'E$), 量少。曾记录于印度洋(非洲以东、斯里兰卡到苏门答腊北端一带海域), 太平洋 ($10^{\circ}N-19^{\circ}S$) 和大西洋 ($26^{\circ}N-20^{\circ}S$), 可作为大西洋水流进入地中海的水流指标种。

14. 长咀角藻 *Ceratium longirostrum* Gourret 1883* (图 14A, B, 图版 I: 9 A—B)

Jörgensen, 1920: 37, figs. 26, 27; Steemann Nielsen, 1934: 13, fig. 21; Schiller, 1937: 376, fig. 416; Graham & Bronikovsky, 1944: 24, figs. 11 T—V; Sournia, 1968a: 413, fig. 37; Steidinger & Williams, 1970: 46, T. 10, fig. 27; Taylor, 1976: 67, pl. 13, figs. 131 a, b.

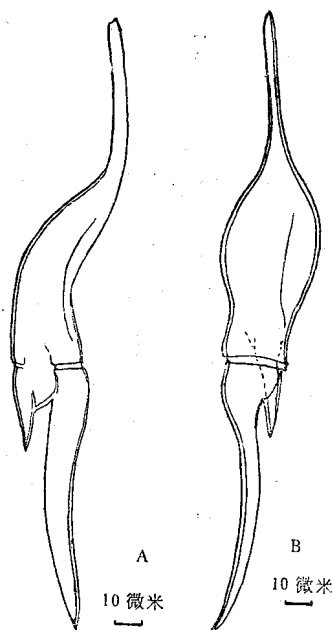


图 13 曲肘角藻 *Ceratium geniculatum*
(Lemm.) Cleve

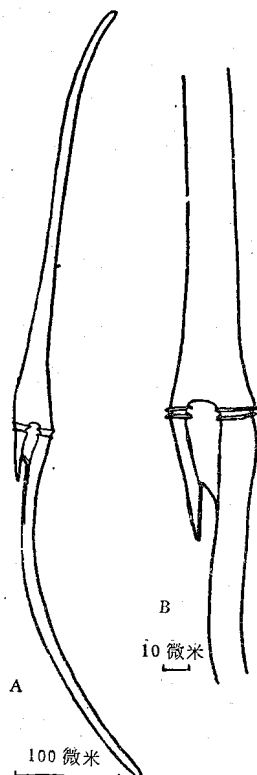


图 14 长咀角藻 *Ceratium longirostrum*
Gourret

A. 全体; B. 个体中部放大图

个体细长, 上部明显地比下部部长, 自横沟上方向体前端缓慢的均匀地变细, 形成顶角。顶角向左面略弯, 末端平截, 开口。下部部的长度与宽度相仿, 底缘陡斜。左脚角短于顶角, 但弯向左方的程度比顶角更甚。右脚角很小, 直而尖, 但明显易见。横沟直。

$D = 23$ 微米, $E + A = 360$ 微米, $H + L = 284$ 微米, $H \approx 30$ 微米, $R = 15$ 微米, $(E + A):(H + L) = 1.35$ 。

热带性种, 产于世界各大洋暖水区及其附属海。1974 年 5 月中旬在西沙群岛东南海域 ($16^{\circ}28'N$, $111^{\circ}15'E$) 采到少量。

IV. 锚角藻亚属 Subgenus *Tripoceratium* Kofoid

凡左、右脚角弯向个体前方呈锚状的角藻都归入本亚属, 约包括 30 余种, 是本属中最大的一个亚属。我们按 Taylor (1976) 的意见采用 Subgenus *Tripoceratium* Kofoid (1909) 为本亚属名称, 并按《植物命名国际法规》条款 21 和条款 11 分别废除了以往文献中所引用过的亚属名称——Subgenus *Euceratium* (Gran) Ostenfeld 和 Subgenus *Orthoceratium* Sournia (1968)。

根据左、右脚角的形态和伸出姿势, 把本亚属分为六组, 其中除齿角藻组 (Sec. *Dens*

Jörg.) 和双弯角藻组 (Sec. *Reflexum* Jörg.) 外, 其余四组的种类在此次西沙和中沙群岛及其附近海域调查中都曾采到。

(一) 长角角藻组 Section *Macroceros* Ostenfeld

左、右脚角或其中一脚角, 有明显的基部, 即生出后先向个体后方延伸一短距离, 然后再分别伸向个体两侧或前方, 致使下体部底缘深凹。各角比较瘦细, 末端平截。

本组在世界上已报道的约有 12 种。在西沙和中沙群岛及其附近海域共采到 8 种, 其中除歧分角藻, 马西里亚角藻和三甲角藻外, 其余 5 种都是国内首次记录, 巴氏角藻长角变种为重新订正。

15. 歧分角藻 *Ceratum carriense* Gourret 1883

飞姿变种斯里兰卡变型 var. *volans* f. *ceylanicum* (Schröder) Jörgensen 1911 (图 15A, B, 图版 II: 14 A—C)

Jörgensen, 1911: 70, figs. 150a, b; Nie, 1936: 67, figs. 30 b, c.

= *C. ceylanicum* Schröder, 1906.

= *C. carriense* f. *ceylanicum* (Schröder) Jörgensen..... 丸川, 1921: 47, pl. 22, fig. 168; Schiller, 1937: 427.

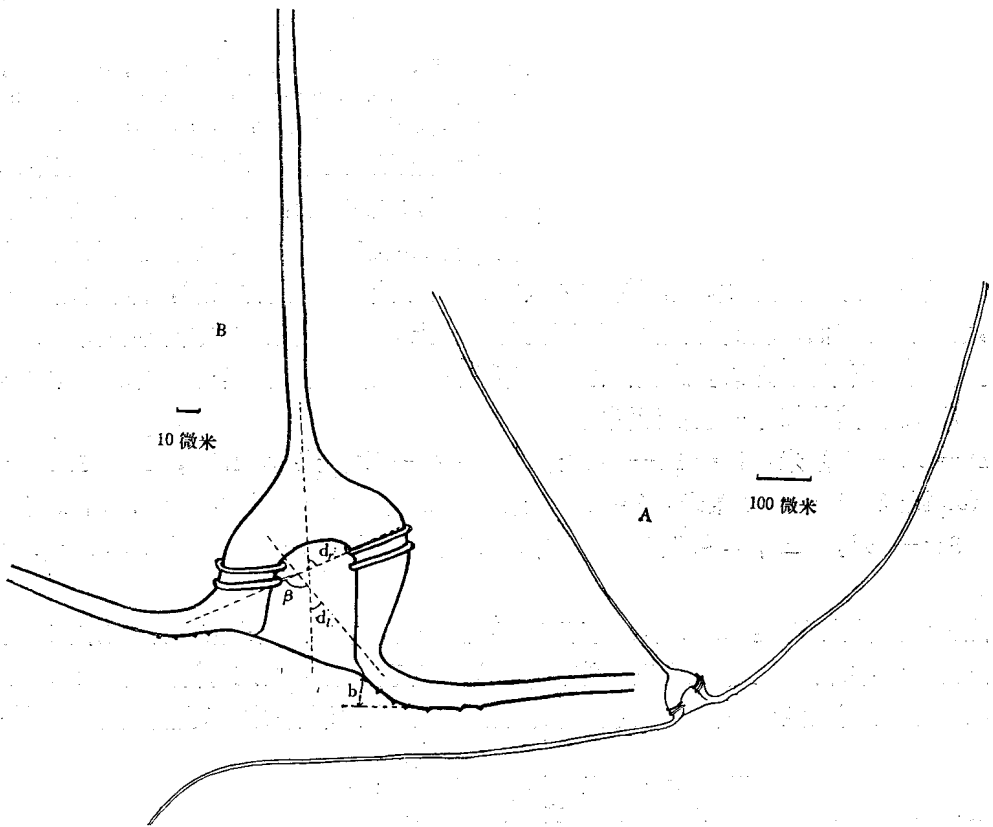


图 15 歧分角藻飞姿变种斯里兰卡变型 *Ceratum carriense* var. *volans* f. *ceylanicum* (Schröder) Jörg.

A. 全体; B. 个体中部放大图

上部部的左右两侧形状不同(左侧边缘明显弯曲,右侧的弯曲弧度很小,其边缘几乎直)。下体部的右侧很短,左侧较长,平直。横沟倾斜,左高,右端明显降位。下体部的高度约为上部部高度的1.3倍,底缘平直,略凹陷。三个角都非常细长,顶角直或略弯,自上部部稍偏右侧生出。左、右脚角自下体部两隅呈直线状向两侧伸出,几乎与顶角的方向垂直,经一段距离后,渐向前弯,末梢又向后弯曲(右脚角向后弯曲状况较左脚角更明显)。两脚角基部常有齿状小刺。

$D = 80-85$ 微米, $E = 46$ 微米, $H = 60$ 微米, $A \simeq 1000$ 微米, $R \simeq 1000$ 微米, $L \simeq 1150$ 微米, $b^{(1)} = 17$ 微米 ($< \frac{H}{2}$), $\angle \delta = 30^\circ$, $\angle \beta^{(2)} = 105^\circ$, $\angle \alpha_l^{(3)} = 40^\circ (38-48^\circ)$, $\angle \alpha_r^{(4)} = 72^\circ (70-75^\circ)$

热带外洋性种,习见于西沙群岛附近海域,在广东省海南岛三亚附近则很少见。世界热带海洋都有报道。

Sournia (1968) 曾将本变型作为 *C. carriense* var. *carriense* 与 *C. carriense* var. *volans* 之间的过渡型。因为我们还没见到上述两变种的标准型标本,对 Sournia 的设想尚无法评论。

16. 偏转角藻 *Ceratium deflexum* (Kofoid) Jørgensen 1911 (图 16A—D, 图版 I:12a, 图版 II:15)

Jørgensen, 1911: 64, fig. 138; Okamura, 1921: 9, pl. II, fig. 20; 丸川, 1921: 47, pl. 21, figs. 162 a, b; Nielsen, 1934: 25, fig. 63; Nie, 1936: 63, fig. 29; Schiller, 1937: 428, fig. 467 a; Graham et al., 1944: 39, figs. 22 c—d; Wood, 1954: 310, fig. 237; Sournia, 1968 a: 464, fig. 86; Taylor, 1976: 70, fig. 197.

个体壁薄而透明,有小孔。个体的长度略大于宽度。上部部两侧边缘略凸,较下部部的高度略小。下部部两侧边缘几乎直,底缘斜而直,右高左低,倾斜度很大(西沙标本的 $\angle \delta = 38^\circ$, 海南岛标本的 $\angle \delta = 25-30^\circ$)。背面横沟有小弯,略与顶角垂直。顶角直,自上部部稍偏左方生出。本种的特点是左、右脚角从下部部两隅伸出后,各向后延伸一段距离,之后又向腹面弯转到与顶角处于不同的平面上,然后再向顶角方向平行延伸,故而得名。各角末端平截,开口。除横沟边缘和下部部底缘常有小翼和个别标本的左、右脚角生稀疏小刺外,其他部分一般都无翼或刺。

$D = 52-65$ 微米, $E = 34-36$ 微米, $H = 44-47$ 微米 $\simeq 1.3E$, $A = 332$ 微米, $R = 185$ 微米, $L = 220$ 微米, $b = 32$ 微米 $\simeq 1.3D$, $y^{(5)} = 40$ 微米 $\simeq 0.7D$, $x^{(6)} \geq y$, $\angle \delta = 31^\circ-38^\circ$, $\angle \alpha_r \simeq 45^\circ (32^\circ-54^\circ)$, $\angle \alpha_l \simeq 25^\circ (23^\circ-29^\circ)$, $\angle \beta \simeq 70^\circ (55^\circ-83^\circ)$ 。

热带大洋性上层种。1974年5月下旬自西沙群岛附近海域采到少量。在东海、南海都曾见到,太平洋两岸、东澳大利亚流和印度洋(苏门答腊海域、红海)亦有记录,唯太平洋 $35^\circ S$ 以南的新西兰水域尚未见到。根据上述地理分布看来本种可能是热带印度-太

1) b 代表左脚角生出后突出于体后的一段的长度,即左脚角基部的长度。

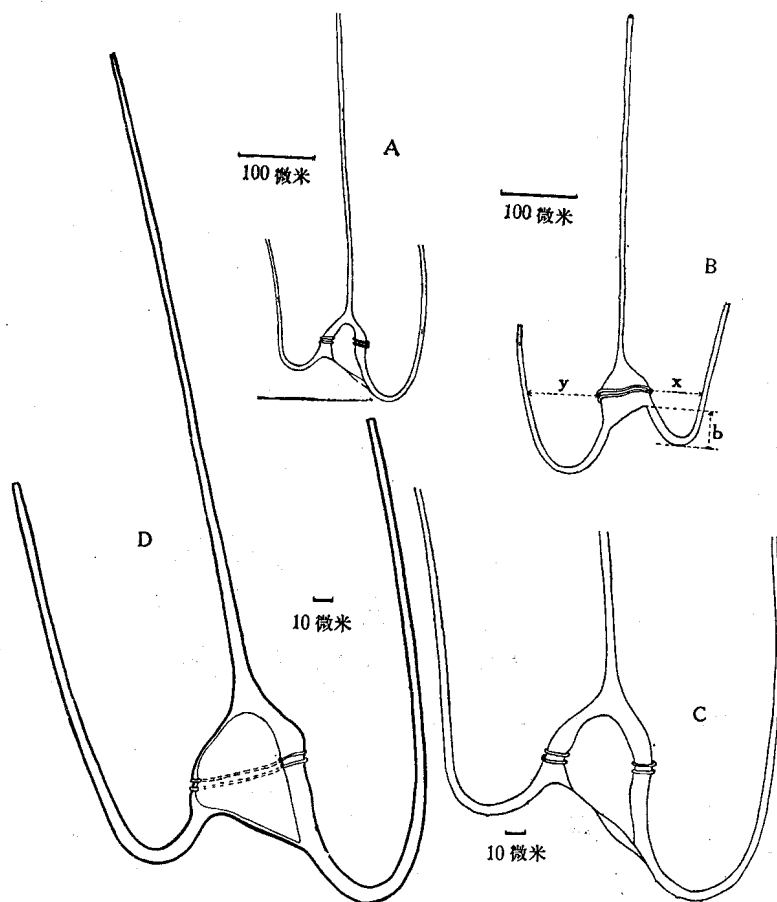
2) $\angle \beta$ 代表通过左、右脚角基部中央分别引出的直线所形成的角。

3) $\angle \alpha_l$ 代表通过左脚角基部中央所引出的直线与通过顶角方向的延线所成的角。

4) $\angle \alpha_r$ 代表通过右脚角基部中央所引出的直线与通过顶角方向的延线所成的角。

5) y 代表右脚角与横沟右端的距离。

6) x 代表左脚角与横沟左端的距离。

图 16 偏转角藻 *Ceratium deflexum* (Kof.) Jörg.

平洋种。

17. 网纹角藻 *Ceratium hexacanthum* Gourret 1883

原变种旋角变型 var. *hexacanthum* f. *spirale* (Kofoid) Schiller 1937* (图 17A—B, 图版 II: 13 A—C)

Schiller, 1937: 422, fig. 462 c; Jörgensen, 1911: 87, 1920: 102; Sournia, 1968a: 485; Taylor, 1976: 71, fig. 215.

= *C. reticulatum* f. *spiralis* (Kof.) Jörg. 丸川, 1921: 45, fig. 157 a—c.

= *C. hexacanthum* f. *spirale* Kofoid Гафн, 1950: 55, pl. 11, fig. 14 b.

上部略呈等边三角形, 下部的高度较上部小。横沟倾斜, 右端降位, 致使下体部的左侧较右侧高。下部底缘弧状倾斜, 且凹凸不平, 常有带刺的翼。顶角细长, 有小刺。左脚角很长(基部有带刺的翼), 伸出后顺顶角方向卷曲如螺旋(图 17A), 有时绕于顶角基部(图 17D), 还有其他形式的卷曲(图 17C, D)。右脚角自基部向右伸出后, 渐翘向前方, 其弧度随个体而异, 略较左角粗短。左、右脚角都有小刺, 且不在同一平面上。由于脚角的不同弯绕, 在显微镜下多出现半侧面的个体。壁厚, 有多角形网纹, 相邻网纹间的界限凸起如棱, 网纹中有小孔(图 17B)。

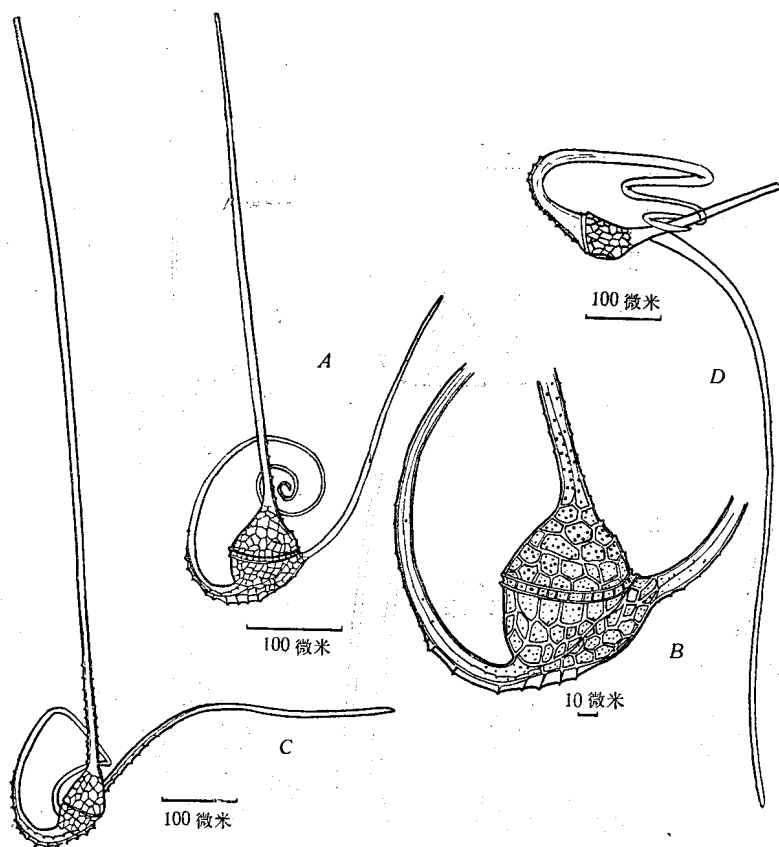


图 17 网纹角藻原变种旋角变型 *Ceratium hexacanthum* var. *hexacanthum* f. *spirale* (Kof.) Schiller

$D \simeq 70$ 微米, $E = 40-60$ 微米, $H = 30-35$ 微米, $A = 200-1000$ 微米, $R = 320-750$ 微米。

1974 年 5 月采自西沙群岛附近海域 ($16^{\circ}8'N$, $111^{\circ}14'E$), 量少, 是广泛分布于热带海的种类。

18. 大角角藻 *Ceratium macroceros* (Ehr.) van Höffen

细弱变种 var. *tenuissima* Karsten (图 18)

Karsten, 1907: 411 pl. 49, figs. 28 a-c.

个体略呈长方形, 上部左侧隆起, 右侧平直, 下部较上部略高, 两侧都较直, 底缘深凹。横沟略平直, 右端稍降位。三个角都相当细长, 顶角最长, 生于上部偏右侧, 略呈直线形伸出。左、右脚角分别自个体两隅向体后伸出, 经一短距离后, 再分别弯向个体两侧, 与顶角垂直 (或略向前斜) 延伸一段距离 (约占该角全长的 $1/2$), 又分别弯向体前方, 末段略与顶角平行。从左、右脚角的基部一直到顶角垂直的一段上, 密布小刺 (小刺间距 $0.3-0.5$ 微米), 在左、右脚角弯向体前方与顶角平行的一段上则平滑无刺。

$D = 59$ 微米, $E = 35$ 微米, $H = 47$ 微米, $A = 570$ 微米, $R \simeq L \simeq 430$ 微米,

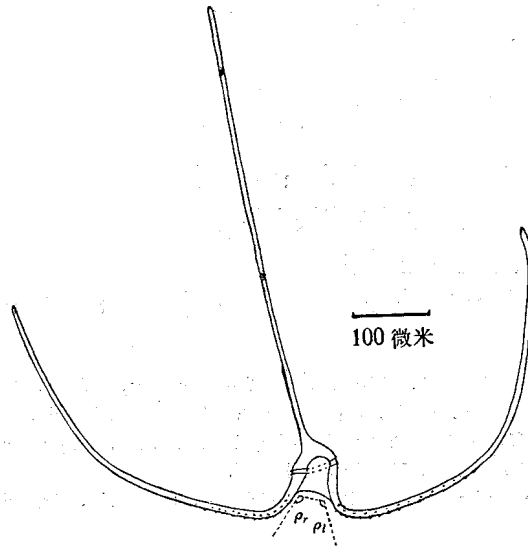


图 18 大角角藻细弱变种 *Ceratium macroceros*
var. *tenuissima* Karsten

$x = 176$ 微米, $y = 211$ 微米, $b = 24$ 微米, $\angle \varepsilon = 76^\circ$, $\angle \delta = 34.5^\circ$, $\angle \rho_l^{1)} = 127^\circ$, $\angle \rho_r^{2)} = 100^\circ$

本变种是热带性种, 模式标本产于苏门答腊西南 ($8^\circ 14'S$, $98^\circ 21.6'E$) 的印度洋水

表 1 大角角藻原变种、橡实变种和细弱变种体型的度量差别

度 量 特 征	种 名	大角角藻 ¹⁾ 原变种 <i>C. macroceros</i> var. <i>macroceros</i>	大角角藻 ¹⁾ 橡实变种 <i>C. macroceros</i> var. <i>gallicum</i>	大角角藻 细弱变种 <i>C. macroceros</i> var. <i>tenuima</i>
D		48—57 微米 (最大达 105 微米)	52 微米	59—64 微米
$E + H$		106 微米 ($E \approx H$)	62 微米 ($H \approx 1.5E$)	82 微米 ($H \approx 1.34E$)
$\angle \varepsilon$		82°	82°	76°
$\angle \delta$		26°	32°	34.5°
x		$x < y$ ($x = 106$ 微米 $= 0.57y$)	$x > y$ ($x = 75$ 微米 $= 1.25y$)	$x < y$ ($x = 176$ 微米 $= 0.83y$)
$\angle \rho_l$		130°	118°	127°
$\angle \rho_r$		137°	133°	100°
		$\angle \rho_l > \angle \rho_r$	$\angle \rho_l < \angle \rho_r$	$\angle \rho_l > \angle \rho_r$
b		84 微米	32 微米	24 微米
习 性		暖温带性种	热带性种	热带性种 (可能适温较橡实变种更高)

1) 根据 Schiller (1937) 资料测量。

1) $\angle \rho_l$ 代表下部底缘与左脚角基部构成的角。

2) $\angle \rho_r$ 代表下部底缘与右脚角基部构成的角。

域的 100 米水层, 此次又于 $16^{\circ}51'N$, $112^{\circ}28'E$ 附近的西沙海域(5 月下旬)发现少量, 是热带印度-太平洋所特有。

Schiller 曾将此变种列为原种的同物异名^[27], 但根据西沙标本看来两者在形态习性上有明显的不同, 故应仍保留此变种名。本变种与原种和橡实变种 (*C. macroceros* var. *gallicum* (Kofoid) Sournia) 的主要区别是: 本变种的左、右脚角张开较宽(即 x 值和 y 值都较大), 但两脚角基部较短(即 b 值较小), 左脚角基部与底缘的夹角较右侧者大(即 $\angle\rho_l > \angle\rho_r$), 它们的具体度量差别如表 1。

19. 马西里亚角藻 *Ceratium massiliense* (Gourret) Karsten 1906 (图 19A—D; 图版 II:16 A—B)

Jørgensen, 1911: 66, figs. 140—142, 1920: 85, fig. 78; Okamura, 1921: 9, pl. I, fig. 13; 丸川, 1921: 50, pl. 26, fig. 179; Forti, 1922: 6, pl. 3, fig. 15; Wang & Nie, 1932: 301, fig. 14; Nie, 1936: 65; Steemann Nilesen, 1934: 25, figs. 60—62; Graham & Bronikovsky, 1944: 38, fig. 22F; Sournia, 1968 a, 465; Steidinger, 1970: 46, fig. 30; Taylor, 1976: 73, pl. 20, figs. 194, 196.

= *C. tripos* var. *macroceroides* Karsten, 1906.....Schiller, 1937: 422, fig. 463 a.

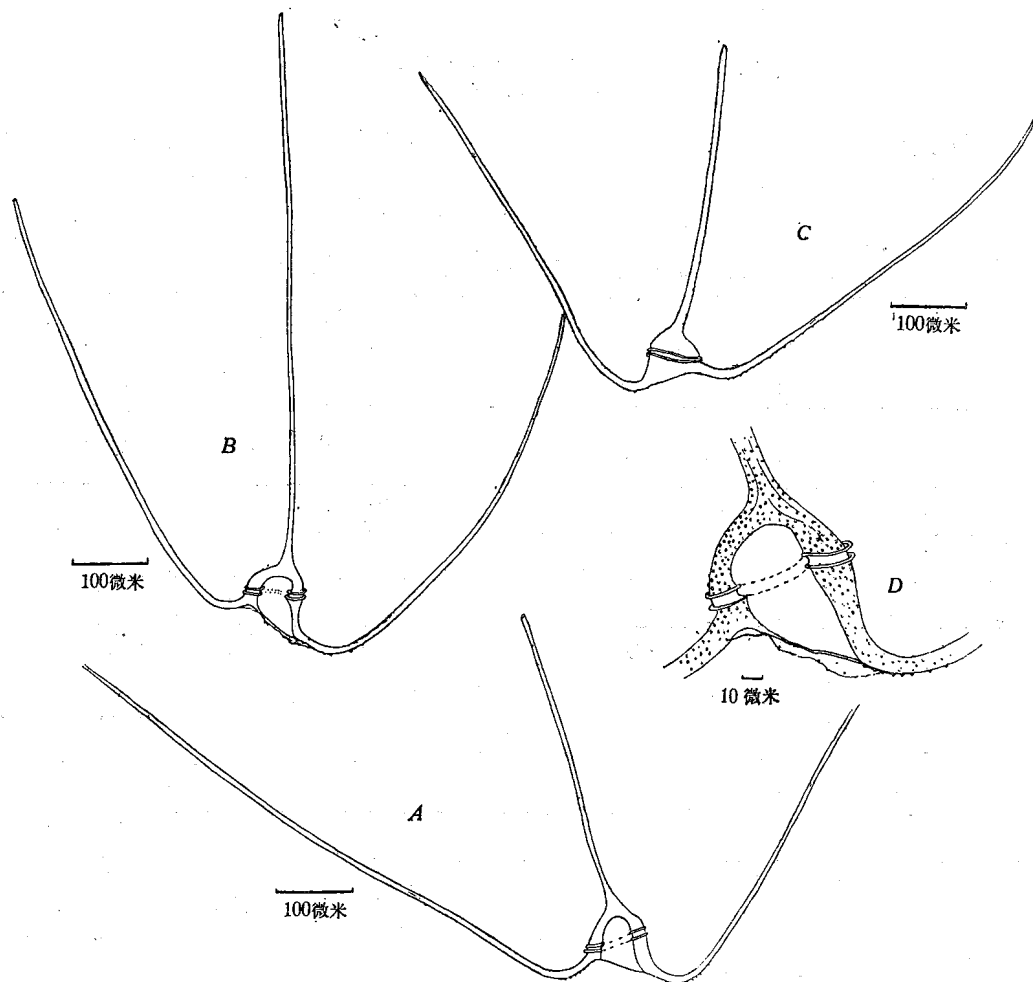


图 19 马西里亚角藻 *Ceratium massiliense* (Gour.) Karsten

A, B, D. 腹面; C. 背面

个体较大且长,上体部左侧凸起,右侧凸或稍平直。下体部左侧斜直,右侧很短;底缘由右向左倾斜,斜度较大,有时有小翼。横沟直,由左向右倾斜,有小弯,右端降位,翼小。顶角细长而直,自上体部稍偏左方生出。左、右脚角都很细长,左脚角与下体部底缘几乎成一直线生出,经一短距离后,才缓慢弯向前方且向顶角左侧张开,末端常略向顶角收拢(图 19B, C)。右角自下体部底缘右隅斜生出(其基部与下体部底缘的夹角 $\angle\rho_r > 90^\circ$, 一般为 $120^\circ-150^\circ$), 经一段距离后,向前方略弯而张开。本种左、右脚角张开的姿势变化很大,标准型左、右脚角对称(图 19B)。西沙常见者右角末段与顶角间的距离较右角末段与顶角间的距离为大(图 19A, C)。Garham & Bronikovsky (1944) 在 Carnegie 航海调查中所采标本的左、右两角开展的形态有 9 种(西沙标本的形态也在其中),而且其间都有中间状态,说明它们都是无法分开的同一种类。此外,本种左、右脚角基部常有小齿,壁上有小孔。

$D = 71-77$ 微米, $E = 35-40$ 微米, $H = 44$ 微米 ($E > H$), $A \simeq 400$ 微米, $L \simeq R \simeq 2A$, $\angle\delta = 35^\circ-37^\circ$, $\angle\beta = 113^\circ-138^\circ$, $\angle\alpha_r = 63^\circ-81^\circ$, $\angle\alpha_l = 42^\circ-57^\circ$, ($\angle\alpha_r > \angle\alpha_l$), $x = 125$ 微米, $y = 70-80$ 微米, $\angle\rho_l = 180^\circ$, $\angle\rho_r = 120^\circ$ 。

1974 年 5 月,本种习见于西沙群岛附近,是热带外洋性种;广泛分布于大西洋、印度洋、太平洋,东海、南海等。

20. 巴氏角藻 *Ceratium pavillardii* Jørgensen 1911

在西沙群岛未采到原种,却见到一些体形接近原种、但三个角异常细长且展开姿势也与原种不同的一个变种。

长角变种 *Ceratium pavillardii* var. *hundhausenii* (schr.) Gou et Ye, emend.** (图 20A—E, 图版 II:18 A—B, III:21 A—B)

个体高度接近宽度,壁薄而透明,上体部的高度较下体部略小,其左侧隆起,右侧平直。下体部左侧亦较平直,但因横沟右端明显降位,下体部的右侧甚矮(横沟右端接近右脚角基部),底缘呈右高左低的斜直线形,近底缘左侧有时有 1 或 2 个小丘状突起(图 20B, E)。三个角都很细长(有的个体顶角很短,估计是链状群体中部个体),顶角末端开口如管状,左、右脚角末端尖细且封闭。顶角生于上体部略偏右侧,呈直线状伸出。左、右脚角基部常有带 2, 3 个刺的小翼,左脚角生出后即急向体前方弯去,与下体部左侧呈锐角伸出。右脚角与下体部底缘呈直线状生出后,向体前方斜伸出,右脚角与横沟右端间的距离较左侧者小 ($x > y$)。左、右脚角的中段略带波状,个别标本的左、右脚角生出后靠近体侧伸出,末段却又分开很远(图 20A)。

$D = 60-81$ 微米, $E = 35-40$ 微米, $H = 48-58$ 微米, $A = 168$ 微米, $R \simeq L = 320-900$ 微米, $\angle\delta = 28^\circ-32^\circ$, $\angle\varepsilon = 70^\circ-85^\circ$, $\angle\alpha_l = 65^\circ$, $\angle\alpha_r = 58^\circ$, $\angle\beta = 121^\circ$, $y = 15-32$ 微米, $x = 40-45$ 微米。

1974 年 5 月中旬,采自西沙群岛附近 ($16^\circ38'N$, $111^\circ33'E$), 是热带外洋性种。在印度洋曾有报道。

此外, Karsten (1907) 在非洲东岸采到的 *Ceratium tripos interdium* var. *hundhausenii* Schröder (1906) 看来就是此巴氏角藻长角变种,因为其底缘平直以及左、右脚角伸出的姿势都与巴氏角藻近缘,所以显然不能把它看做是底缘圆凸、两角粗短的 *C. tripos interme-*

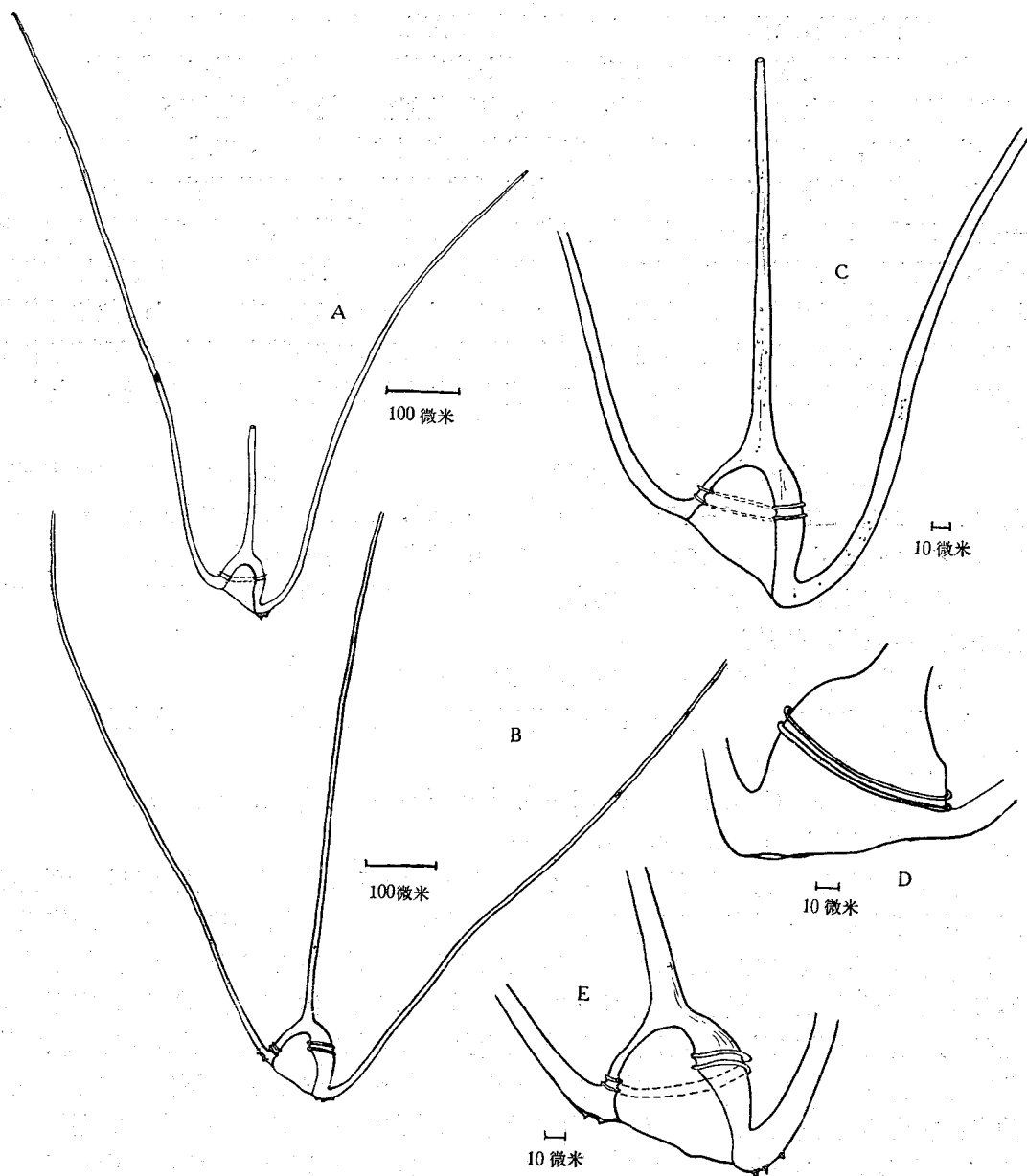


图 20 巴氏角藻长角变种(新订正变种) *Ceratium pavillardii* var. *hundhausenii* (Schr.) Guo et Ye.

A, B, C, E. 腹面; D. 背面

dium 的变种。

21. 波状角藻 *Ceratium trichoceros* (Ehr.) Kofoid 1908 (图 21A—B, 图版 II: 17)

Kofoid, 1908: 388; Jørgensen, 1911: 75, figs. 159 a, b; 1920: 95, fig. 85; 丸川, 1921: pl. 22, fig. 189; Wang & Nie, 1932: 303, fig. 15; Steemann Nielsen, 1934: 27, fig. 68; Schiller, 1937: 430, fig. 470; Graham & Bronikovsky, 1944: 40, fig. 22 B; Steidinger & Williams, 1970: 47, fig. 36; Taylor, 1976: 75. pl. 12, fig. 117, pl. 21, fig. 210.

= *C. trichoceros* (Ehr.) Kent, 1880-1881. Nie, 1936: 70, fig. 33 A.

个体壁较薄,无明显花纹。上部右侧凸起,左侧平直,但略倾斜。下部底缘平而斜。横沟斜直,右端略降位。三个角都很细长,末端开口;顶角直,左、右脚角分别自下部两隅生出,但左脚角基部与下部底缘间无明显界限($\angle \rho_l = 180^\circ$);右脚角基部较左脚角略向后伸($\angle \rho_r < 180^\circ$),平直延伸一段距离后(在这一段上常生许多小刺)分别弯向前方,常略带波状弯曲,末段与顶角方向平行,其长度往往不超过顶角长度的 $2/3$ (个别标本的长度超过顶角)。

$D = 46-57$ 微米, $E = 25-30$ 微米, $H = 26-29$ 微米, $A = 423-696$ 微米, $R = 319-580$ 微米, $L = 31.3-539$ 微米¹⁾。

热带性种,广泛分布于世界各大洋的热带区及其附属海区(如东海、南海、墨西哥湾、地中海、加利福尼亚湾、安达曼海、孟加拉湾、阿拉伯海等)。在南赤道流的南锋面中,本种数量甚多。在莫桑比克海峡,本种主要分布在海峡南北两端与外海水相通的海域。

此外,我们认为 Sournia (1968 a:472, f. 89) 所描绘的 *C. trichoceros* (Ehr.) Kofoid 应是 *C. contrarium* (Gourret) Pav., 而他所描绘的 *C. contrarium* (Gourret) Pav. (f. 90) 倒象是 *C. trichoceros* (Ehr.) Kofoid, Taylor (1976) 根据他在印度洋所采的标本也提出不能赞同 Sournia 对 *C. trichoceros* (Ehr.) 和 *C. contrarium* (Gourret) 的鉴定。

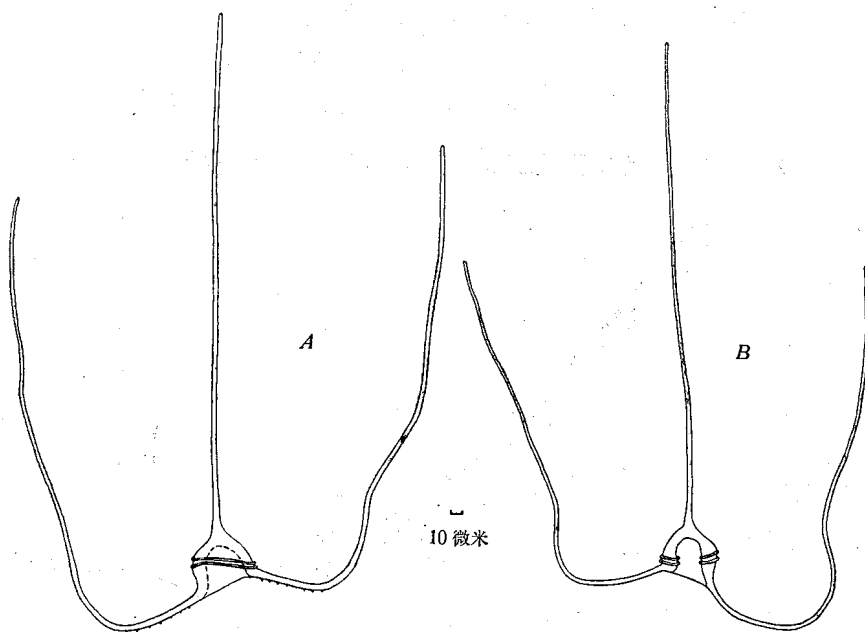


图 21 波状角藻 *Ceratium trichoceros* (Ehr.) Kofoid

A. 背面; B. 腹面

22. 兀鹰角藻 *Ceratium vultur* Cleve 1900

在本种下已记载 2 变种 5 变型,在西沙和中沙群岛及其附近海域见到 1 变种 2 变型。

1) 左、右脚角的长度是自该角向前弯转处到角的末端,按垂直距离量得。下同。

22a. 原变种原变型 *Ceratium vultur* var. *vultur* f. *vultur** (图 2A, 图版 III: 20 A—C)

Jørgensen, 1911: 71, figs. 151 a, b; 丸川, 1921: 45, pl. 20, figs. 158 a—d; Steemann Nielsen, 1934: 27, figs. 65—66, Schiller, 1937: 418, fig. 459 a (non b); Garham & Broikovsky, 1944: 41, figs. 23A—H.

= *C. vultur* var. *sumatranum* (Karsten) Steemann Nielsen.....Schiller, 1937: 420, fig. 460a.

个体壁厚, 有粗纹和孔。上部右侧较平直或略凹下, 左侧凸起, 下部底缘略凹。横

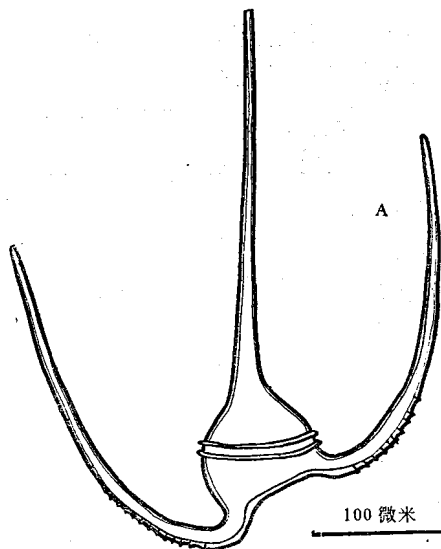


图 22A 兀鹰角藻原变种原变型 *Ceratium vultur* var. *vultur* f. *vultur* Cleve

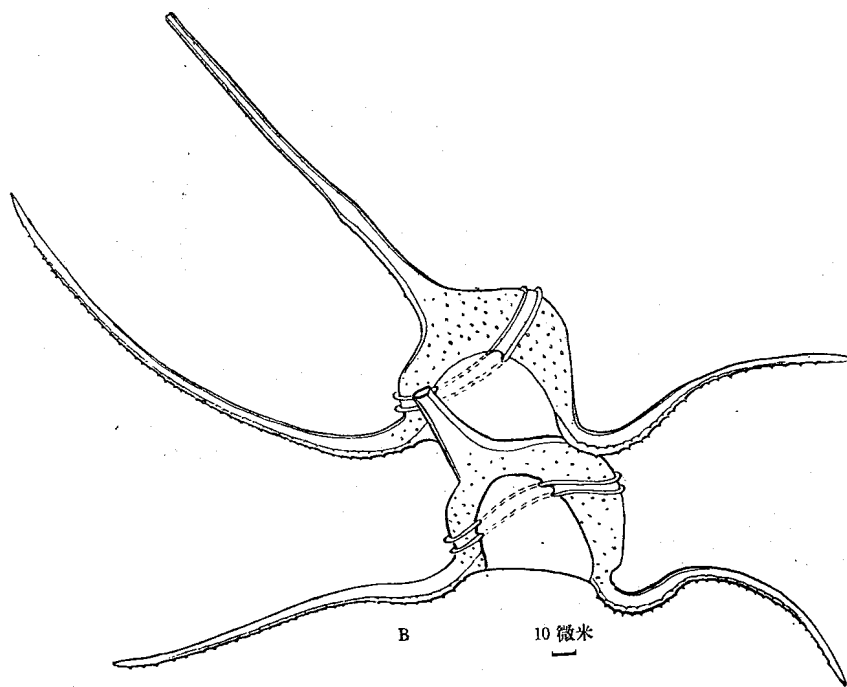


图 22B 兀鹰角藻原变种双弯角变型 *Ceratium vultur* var. *vultur* f. *recurvum* (Jörg) Schiller

沟倾斜,直或弯,右端略降位。顶角常略弯向个体右侧。左、右脚角约等长,末端略平行,左脚角有明显的基部(其长度小于横沟直径的 $1/2$),即自下体部左隅生出,向体后伸出一短距离,才缓慢弯向前方;右角基部不明显。三个角都常生齿状刺和薄翼。分裂后的个体可连成长链,链上端个体的顶角较长且弯,链内个体的顶角短而直。

$D = 60-80$ 微米, $E = 25-30$ 微米, $H = 30-40$ 微米, $A = 35-260$ 微米, $L \approx 200$ 微米, $R \approx 240$ 微米。

1975 年 5 月采自西沙群岛附近水域,量少。在世界上也是较罕见的热带外洋性种,在各大洋的暖水区都有记录。

22b. 原变种双弯角变型 *Ceratium vultur* var. *vultur* f. *recurvum* (Jörg.) Schiller 1937* (图 22B)

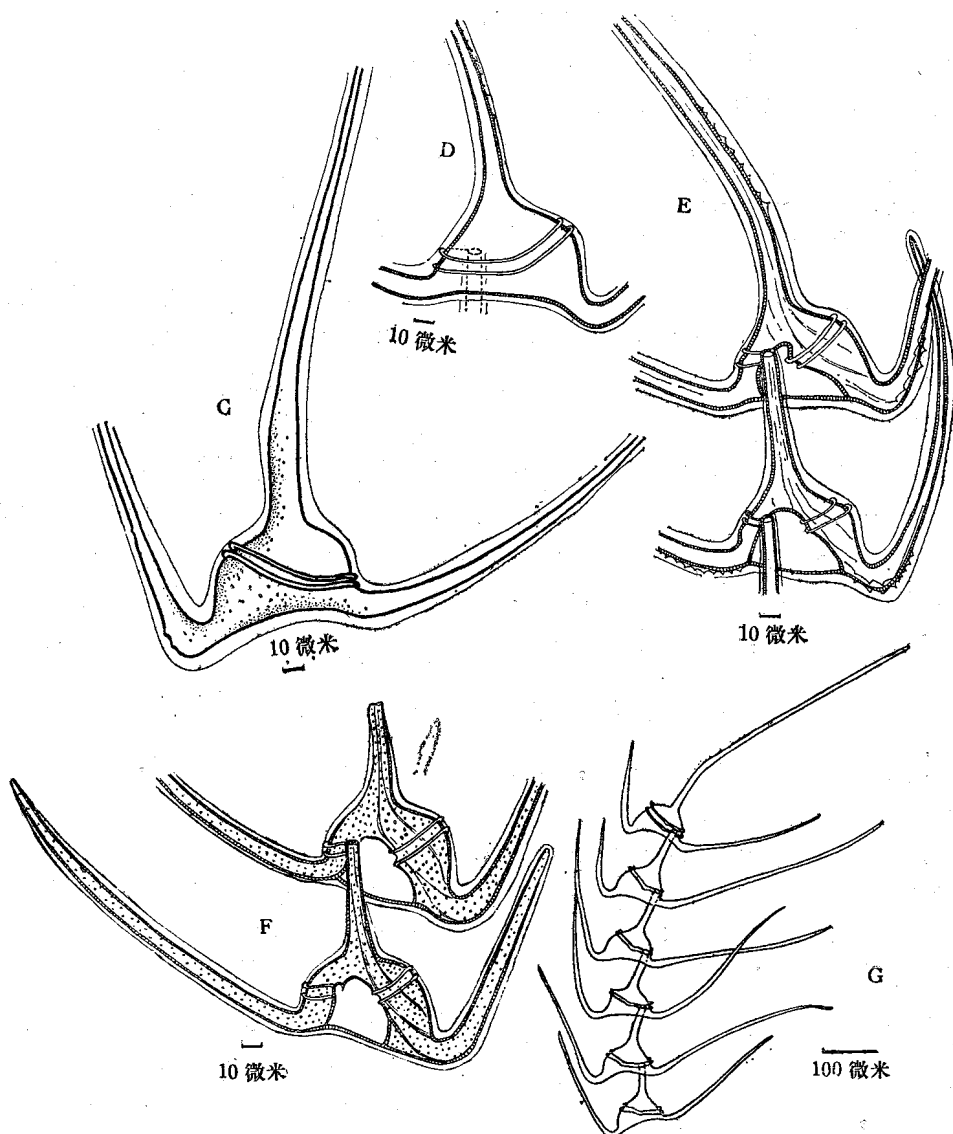


图 22 C—G. 兀鹰角藻苏门答腊变种 *Ceratium vultur* var. *sumtranum* Steemann Nielsen

- Taylor, 1976: 76, fig. 220.
 = *C. sumatranum* var. *recurvum* Jörgensen, 1911: 74, fig. 156.
 = *C. vultur* var. *sumatranum* f. *recurvum* (Jörg.) Schiller, 1937: 419, fig. 406 C.
 = *C. vultur* f. *recurvum* (Jörg.) Schiller.....Sournia, 1968a: 483, fig. 97.
 = *C. vultur* var. *recurvum* (Jörg.) Steemann Nielsen, 1934: 27; Graham & Bronikovsky, 1944: 41, figs. 23 A, B.

本变型的壁较上述原变种原变型薄,有稀疏小孔。左、右脚角伸出的方向与顶角略垂直,或右脚角略与顶角平行,左脚角与顶角垂直。在左、右脚角距基部约 $1/3$ 处各有一个弯曲,左脚角的弯曲常较右脚角更明显,故得名。

$D = 77$ 微米, $E = 20-30$ 微米, $H = 40-60$ 微米 ($H \simeq 2E$), $A = 38-221$ 微米, $R = 154-168$ 微米, $L = 120-144$ 微米。

热带外洋性罕见种,1975年5月采自西沙群岛海域,量少。印度洋的孟加拉湾、阿拉伯海和大西洋 (21°N , $32^{\circ}30'\text{W}$; 26°N , 65°W) 都有报道。

22c. 苏门答腊变种 *Ceratium vultur* var. *sumatranum* (Karsten) Steemann Nielsen 1934 (图 22C—G, 图版 III:20D—H)

- Steemann Nielsen, 1934: 27, figs. 65, 66; Schiller, 1937: 419, figs 460 a—c; Гайл, 1950: 55, pl. 11, fig. 8; Steidinger et Williams, 1970: 48, fig. 39; Taylor, 1976: 76, fig. 224.
 = *C. trip. vultur* var. *sumatranum* Karsten, 1907, T. 48, fig. 15a T. 51, fig. 14.
 = *C. vultur* f. *sumatranum* (Karsten) Sournia, 1968 a: 482.
 = *C. sumatranum* (Karsten) Jörgensen, 1911: 73, figs. 153—156; Nie, 1936: 68, figs. 31, 32.

本变种与原变种的主要区别是左、右脚角的形态不同,本变种的左脚角一般都较右脚角短,且自下体部生出后立即急剧转向前方;右脚角生出后几乎直伸出,其末梢离顶角的距离约为左脚角末梢离顶角距离的 1.5—2.5 倍。壁较厚,有纹和孔 (图 22E), 全体都由薄膜状的翼包被,三个角都常生齿。顶角粗细不匀,靠近基部处常突然加粗如凸起的瘤。常成链状群体生活,在西沙群岛附近曾采到由 24 个个体组成的长链。

$D = 64-72$ 微米, $E = 20-28$ 微米, $H = 34-36$ 微米, $A = 67-480$ 微米, $R = 144-300$ 微米, $L = 77-348$ 微米。

热带外海性种,在东海和南海常采到,是西沙和中沙群岛及其附近海域的习见种,在海南岛三亚大量出现,世界热带海常有记录。

(二) 掌角藻组 Section *Palmata* (Pav.) Jörgensen

目前本组仅记载蛙趾角藻一种,其主要特征是左、右脚角末稍变扁,有 4—21 个分枝如蛙趾。

23. 蛙趾角藻 *Ceratium ranipes* Cleve 1900

掌状变种 var. *palmatum* (Schröder) Jörgensen 1920 (图 23, 图版 III:19 A—B)

- Jörgensen, 1920: 82; Schiller, 1937: 410, fig. 451 b; Taylor, 1976: 77, fig. 189.
 = *C. palmatum* var. *ranipes* (Cleve) Jörgensen, 1911: 61, fig. 130; 丸川, 1921: 44, pl. 19, figs. 151 a—c; Nie, 1936: 61, fig. 27.

上体部斜三角形,下体部的高度较上体部略小,底缘略凸,有齿状刺。横沟斜,右端略降位。三个角的基部都有齿状刺,顶角常略弯向右方。左、右脚角约等长,分别自下体部两隅生出后,逐渐弯向前方,顺顶角方向伸出,末端膨大如掌状并生出 4—21 个细长的指状分枝,个别分枝的末端再分为二枝,各分枝略平行或成半圆形张开。个别标本的右脚角

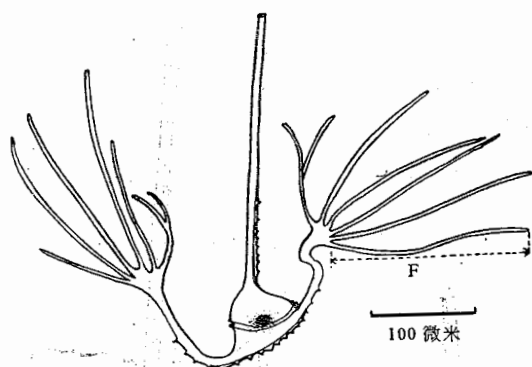


图 23 蛙趾角藻掌状变种 *Ceratium rantspes* var. *palmatum* (Schröder) Jörg.

弯曲如 S 状。

$D = 60$ 微米, $E = 35$ 微米, $H = 24$ 微米, $A = 190-260$ 微米, $R \approx 250$ 微米, $L = 300$ 微米, $F^{1)} \approx 50$ 微米。

1957 年 5 月下旬, 采自西沙群岛附近水域, 量少, 在海南岛曾有记录, 是热带外洋嗜阴性物种(在水深超过 50 米处较多), 产于各热带大洋及其附属海, 数量很少。

(三) 板角藻组 Section *Platycornia* Jörgensen

在世界上本组目前仅记载一种, 其特点是左、右脚角扩展成扁平的板状, 在我国也是新记录。

24. 板角藻 *Ceratium platycorne* von Daday 1881*

根据左、右脚角扩展的程度, 在本种下又分变种。我们仅采到原变种。

原变种 *Ceratium platycorne* var. *platycorne* von Daday 1881 (图 24 A—B 图版 IV:22)

Paulsen, 1908: 74, fig. 79; Jörgensen, 1911: 58, figs. 124, 125, 1920: 79; 丸川, 1921: 44, pl. 18, fig. 147; Forti, 1922: 59, pl. 3, fig. 46; Lebour, 1925: 153, figs. 50 a, b; Steemann Nielsen, 1934: 24, fig. 56; Graham 7 Bornikovsky, 1944: 36, figs. 19 D—F; Kuceleb, 1950: 252 figs. 425, 426; Гайл, 1950: 54, pl. 11, figs. 7, 7a; Sournia 1968a: 453, fig. 78; Taylor, 1976: 77, pl. 19, fig. 185.

= *C. platycorne* f. *cuneatum* Jörg. Schiller, 1937: 408, fig. 450 b.

个体略呈等腰三角形, 上部部常较下部部略高。下部部底缘凸, 有较大的刺和翼。横沟平或略斜(右端略降位)。顶角较长, 左、右脚角的长度相仿(超过顶角长度的 $1/2$), 分别自下部部两隅生出后, 即突然向近顶角的一侧扩展成扁平薄板状, 亦弯向体前方, 末端边缘平截, 或略带波状。左、右脚角近顶角一侧的壁较薄, 尤其是角末端的细胞壁几乎薄如膜, 而远离顶角一侧的壁则较厚, 近基部处更厚, 个别标本的左、右脚角甚宽, 甚至在背面与顶角边缘相重叠(图 24A)。体内色素体较多, 各角内也都有。

$D = 48-53$ 微米, $E = 29-34$ 微米, $H = 24-27$ 微米, $A = 156-325$ 微米, $R \approx L = 114-118$ 微米, $R_b \approx L_b = 67-71$ 微米²⁾。

1) F 代表左、右脚角末端指状分枝的长度。

2) R_b 和 L_b 分别代表右脚角和左脚角的最大宽度。

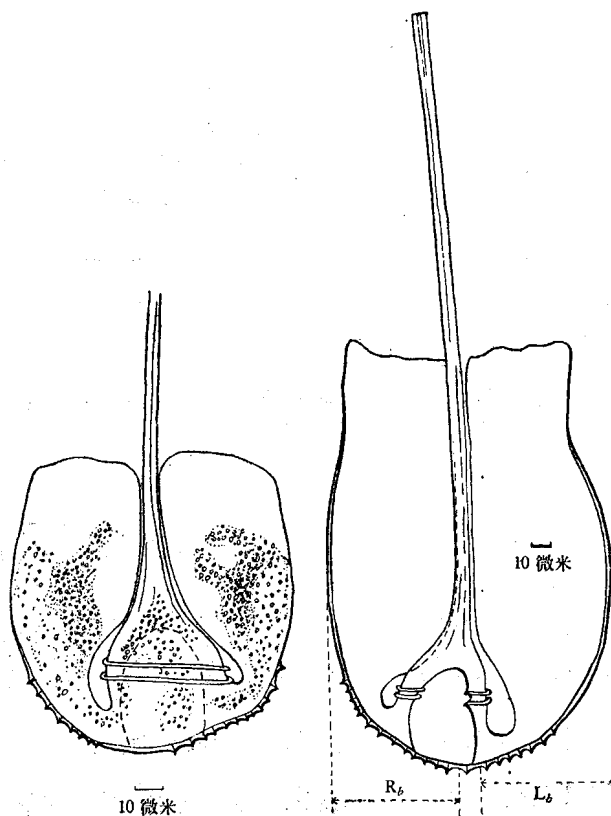


图 24 板角藻原变种 *Ceratium platycorna* var. *platycorne* Von Dady

1974 年 5 月在西沙群岛附近海域 ($16^{\circ}28'N$, $111^{\circ}15'E$) 采到, 1975 年 4 月在中沙群岛附近海域 ($15^{\circ}28'N$, $113^{\circ}38'E$) 也采到, 数量都很少。热带外洋性种, 在世界各热带大洋都有, 量少, 是喜生于水深超过 50 米或 100 米处的嗜阴性物种。

(四) 锚角藻组 Section *Tripes* Ostenfeld

左、右脚角几乎等长, 无异化, 与顶角一致都伸向体前方, 下体部底缘圆凸且均匀平滑, 个体如锚状。在世界上共记载 20 余种, 本次调查采到 7 种, 其中除短角藻和扭角藻的舞姿变种外都是我国新记录。

25. 短角藻 *Ceratium breve* (Ost. et Schm.) Schröder 1906

本种按左、右脚角弯曲的情况和个体腹面凹下的程度又分 4 个变种, 我们采到其中两种。

25a. 原变种 *Ceratium breve* var. *breve* (Ost et Schm.) Schröder 1906 (图 25A, 图版 IV:25A)

Jørgensen, 1911: 40, fig. 84; Schiller, 1937: 391, fig. 429 b; Sournia, 1968a: 426, fig. 50; Taylor 1976: 8, figs. 141, 142.

= *C. breve* (Ost. et Schm.) Schröder.....Nie, 1936: 50, figs. 18 a—c.

个体高度较宽度稍大, 壁上有稀疏小孔。上体部两侧略凸, 其高度与下体部的高度相仿, 下体部底缘圆凸。横沟倾斜, 右端略降位。顶角较左、右脚角长且直, 略偏居上体部左

侧。左、右脚角粗短,分别自下体部两隅生出后即弯向前方,右角末梢略弯向顶角,左角末梢与顶角略平行,左角与横沟左端的距离约为右角与横沟右端距离的三倍。

$D = 77$ 微米, $E = H = 48$ 微米, $A = 161$ 微米, $R = 84$ 微米, $L = 86$ 微米, $x = 30$ 微米, $y = 10$ 微米。

热带性种,近岸较多,习见于东海和南海。在各热带大洋及其边缘海区都有报道。1974年5月中旬在西沙群岛附近海域采到。

25b. 平行变种 *Ceratium breve* var. *parallelum* (Schm.) Jörgensen 1911 (图 25B, 图版 IV:25B)

Jörgensen, 1911: 41, fig. 86; Okamura, 1912: 6, pl. I, fig. 8; Nie, 1936: 51, figs. 19 A, B; Steemann Nielsen, 1934: 18, fig. 35; Graham & Bronikovsky, 1944: 27, figs. 14 h, m; Sournia, 1968 a: 427, figs. 47, 48; Taylor, 1976: 80, figs. 141, 146.

= *C. breve* (Qst. et Schm.) Schröder.....Wang & Nie, 1932: 306, fig. 19; Steemann Nielsen, 1934: 18, fig. 35; Schiller, 1937: 391, fig. 429 a; Graham & Bronikosky, 1944: 27, fig. 14 H.

本变种与原变种的主要区别是,本变种上部两侧稍凸,下体部较上部高。顶角一般较短,左、右脚角的基部与横沟的距离虽不等,但未稍略与顶角平行伸出。右脚角一般较左脚角稍长(据 Jörgensen 报告,其左脚角较右脚角大;但厦门与西沙产者都是右脚角大于左脚角,海南岛标本的左、右脚角大小相仿)。

$D = 98$ 微米, $E = 40$ 微米, $H = 60$ 微米, $A = 40$ 微米, $R = 105$ 微米, $L = 88$ 微米, $x = 35$ 微米, $y = 10$ 微米。

习性与分布和原变种相仿

26. 扭角藻 *Ceratium contortum* (Gourret) Cleve

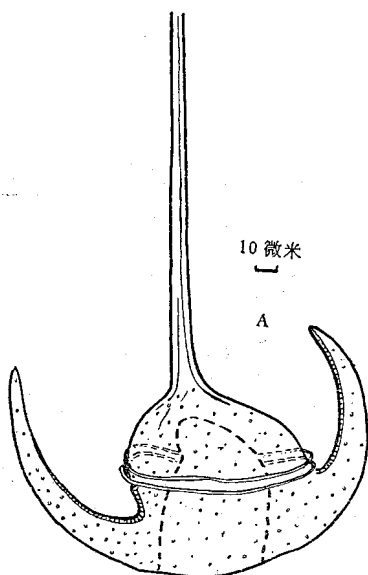


图 25A 短角藻原变种 *Ceratium breve* var. *breve* (Ostenf. ex Schm.) Schröder

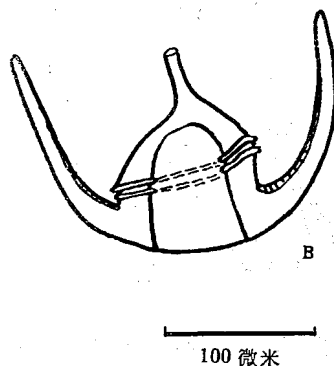


图 25B 短角藻平行变种 *Ceratium breve* var. *parallelum* (Schm.) Jörg.

根据左、右脚角弯曲情况,种下分了4个变种,在西沙群岛附近海域采到其中2个变种如下:

26a. 原变种 *Ceratium contortum* var. *contortum* (Gourret) Cleve 1900* (图 26A, 图版 IV:24A)

Jørgensen, 1911: 55, fig. 120; Sournia, 1968 a: 444, fig. 67; Steidinger & Williams, 1970: fig. 16; Taylor, 1976: 81, fig. 180.

个体较大且倾斜,上部两侧都较平直,由于顶角在上部偏左侧生出,上部明显向左歪斜。下部两侧略凹,底缘微凸。横沟斜而直,左端略降位。顶角基部向左略弯后,再向前直伸出。左、右脚角的长度相仿或右脚角稍长于左脚角。但两脚角的形态显然不同,这是本种的主要特征。左脚角长度约为横沟直径的2倍,自下部左隅生出后即缓慢弯向前方,末段几乎与顶角平行。右脚角自下部右隅生出,略与顶角垂直伸出一短距离后再急弯向前方,末段向顶角靠拢,末梢又与顶角平行,故右脚角与横沟右端的距离较左脚角与横沟左端的距离大($y > x$)。个体壁较薄,有成行排列的小孔,孔间距约2微米。

$D = 89$ 微米, $E = H = 43$ 微米, $A \simeq 480$ 微米, $R = 260$ 微米, $L = 210$ 微米。

26b. 舞姿变种 *Ceratium contortum* var. *saltans* (Schröder) Jørgensen 1911 (图 26B, C, 图版 IV:24 B—C)

Jørgensen, 1911: 56, figs. 121 a, b; Okamura, 1912: 8, pl. II, figs. 27—30; 丸川, 1921: 38, pl. 12, figs. 122 a—c; Nie, 1936: 58, figs. 25 A, B; fig. 26; Taylor, 1976: 82, fig. 181.

= *C. contortum* (Gourret) Cleve.....Steemann Nielsen, 1934: 24, fig. 53; Schiller, 1937: 395, fig. 433.

本变种与原变种的主要区别为本变种右脚角生出一段距离后,突然向个体一侧成一锐角转折,末段向顶角方向靠拢,末梢与顶角平行。

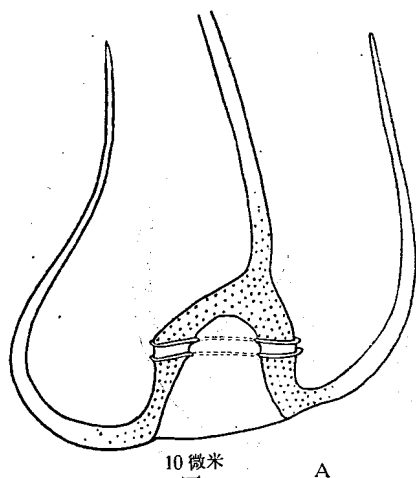


图 26A 扭角藻原变种 *Ceratium contortum* var. *contortum* (Gour.) Cleve

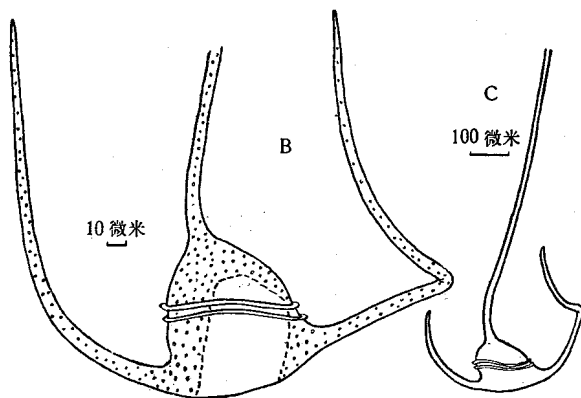


图 26B, C 扭角藻舞姿变种 *Ceratium contortum* var. *saltans* (Schröder) Jörg.

$D = 75—135$ 微米, $E = 30—50$ 微米, $H = 35—40$ 微米, $A = 422—650$ 微米, $R = 160—187$ 微米, $L = 135—220$ 微米, $y > x$ 。

上述两变种都是 1974 年 5 月中旬在西沙群岛附近海域 ($16^{\circ}30'N$, $111^{\circ}30'E$) 采得

的习见种，在海南岛也曾记录过舞姿变种。它们都是热带外洋性种，产于各大洋的热带区。非洲东岸、红海、南海、暹罗湾、东海、地中海等都有记载。

27. 瘤壁角藻 *Ceratium gibberum* Gourret 1883

根据右脚角弯曲程度，本种下包括 2 变种，在西沙群岛附近海域仅见其一。

异角变种 *Ceratium gibberum* var. *dispar* (Pouchet) Sournia 1966* (图 27, 图版 IV:23)

Sournia, 1968: 447, fig. 73; Steidinger & William, 1970: 45 fig. 22; Taylor, 1976: 84, pl. 19, fig. 187.

= *C. gibberum* f. *dispar* (Pouchet) Jörgensen..... Jörgensen, 1920: 70, fig. 67; Schiller, 1937: 397, figs. 436 a, b.

= *C. gibberum* f. *sinistum* Gourret.....Jörgensen, 1911: 50, figs. 107—109; Okamura, 1912: 7, pl. II, fig. 34; 丸川, 1921: 38, figs. 119 a—e.

= *C. tripos gibberum* f. *sinistra* (Gourret).....Karsten, 1906: pl. 20, fig. 2.

个体较大，背腹较扁，壁厚且粗糙，带凸起的纵纹和孔。上部两侧凸起，背面横沟呈波状，翼宽，右端降位。下体部底缘圆而突起，有小刺。顶角较长而粗，基部有窄翼。左、右两脚角形状差别很大，但都较顶角短。左脚角生出后即均匀弯向前方，右脚角先弯向腹面再绕到背部顶角的基部，末梢再弯向前方。

$D = 230$ 微米， $E = 90$ 微米， $H = 136$ 微米， $A = 330$ 微米， $R = 270$ 微米， $L = 275$ 微米。

热带性种，广泛分布于世界各热带海，量少。1974 年 5 月中旬自西沙群岛附近海域采到。

王家楫 (1936: 158, f. 28) 和倪达书 (1936: 54, f. 21) 曾分别在渤海和海南岛记录本种，他们都鉴定为瘤壁角藻左旋型 (*C. gibberum* f. *sinistrum* Gourret 1883)，其标本

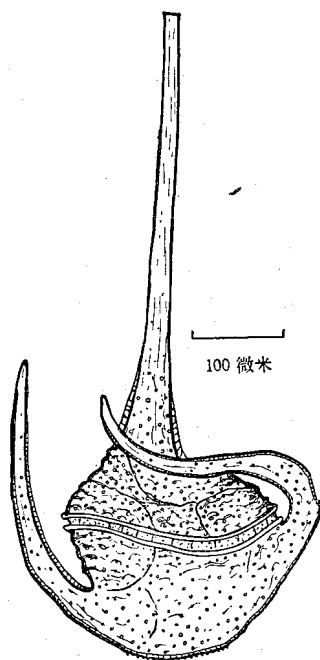


图 27 瘤壁角藻异角变种 *Ceratium gibberum* var. *dispar* (Pouchet) Sournia

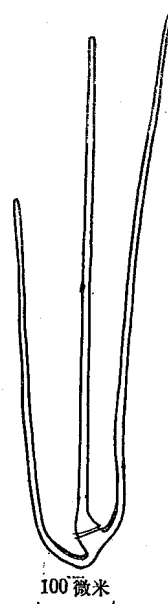


图 28 细长角藻 *Ceratium longissimum* (Schröder) Kofoid

的壁较薄,右脚角弯曲度小,末梢也无二次弯曲,与西沙群岛附近采到的上述瘤壁角藻异角变种的特征不完全一致。

28. 细长角藻 *Ceratium longissimum* (Schröder) Kofoid 1907* (图 28)

Jørgensen, 1911: 82, figs. 173a, b; 丸川, 1921: 51, pl. 27, figs. 182 a—e; Schiller, 1937: 413, fig. 454 a; Graham & Bronikovsky, 1944: 43, figs. 26 A, B; Taylor, 1976: 85, pl. 17, fig. 175.

个体较小,其主要特征是三个角都很细长且互相平行伸出。上部左侧较凸,右侧较平,顶角基部弯向上部右侧,上部亦向右倾斜,致使左、右两侧不对称。下部较上部略高,横沟斜而直,右端降位。右脚角基部与下部底缘间无明显界限,自下部右侧隅生出一短距离后即与顶角平行伸出。左脚角自下部左侧隅生出后急弯向前方,再弯向顶角方向与顶角平行伸出,因此较右脚角短且弯曲度大。

$D = 35$ 微米, $E = 20$ 微米, $H = 30$ 微米, $A = 630$ 微米, $R = 738$ 微米, $L = 555$ 微米。

(据 Schiller 报告, $D = 61—74$ 微米, $A = 900—1000$ 微米。)

热带外洋嗜阴性物种。1975 年 4 月中旬自西沙群岛东北海域 ($17^{\circ}26'N$, $113^{\circ}E$) 采到少量。印度洋北部、安达曼海、地中海、赤道大西洋、热带太平洋都有。

29. 新月角藻 *Ceratium lunula* (Schimper ex Karsten) Jørgensen 1911 (图 29, 图版 IV:26 A—C)

Sournia, 1968 a: 450, figs. 75, 76; Steidinger et Williams, 1970: 46, T. 10, fig. 28; Taylor, 1976: 85 pl. 16, fig. 171.

= *C. lunula* Schimper in Chun 1900..... Wang et Nie, 1932: 305, fig. 18; Nie, 1936: 56, fig. 23; Schiller, 1937: 399, fig. 439; Steemann Nielsen, 1934: 23, fig. 50; Gramham et Bronikovsky, 1944: 33, figs. 171 J—N.

= *C. lunula* f. *megaceros* Jørgensen, 1911: 51, fig. 112 a, b.

= *C. lunula* f. *brachyceros* Jørgensen, 1911: 52, figs. 114—115.

个体略呈等腰三角形,壁上有粗短纹和孔。上部右侧略平直,左侧稍隆起,下部底缘平或略凸。背面横沟有小弯,右端降位。常成链状群体出现,链前端第一个体的顶角较长,链内其他个体的顶角粗短。左、右脚角较顶角长很多,亦甚粗壮,分别自下部两隅生出后,即呈半圆形向体前方伸出如新月状,故得名。

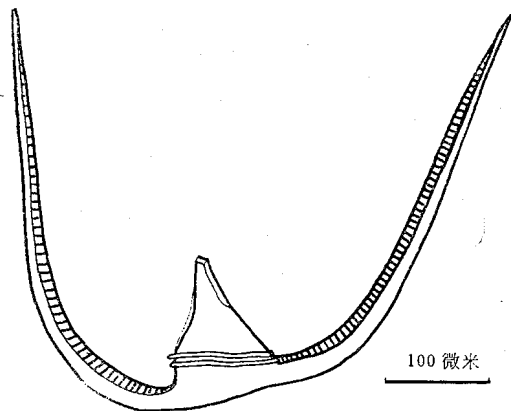


图 29 新月角藻 *Ceratium lunula* (Schimper ex Karsten) Jörg.

$D = 86—100$ 微米, $E = 45$ 微米, $H = 45$ 微米, $A = 45$ 微米, $R = 390$ 微米, $L = 400$ 微米, $\angle \varepsilon = 63^{\circ}$, $\angle \delta = 14^{\circ}$, $\angle \alpha_r = 90^{\circ}$, $\angle \alpha_l = 75^{\circ}$, $\angle \beta = 165^{\circ}$, $y \simeq x \simeq 65$ 微米。

Jørgensen (1911) 曾在本种下分出顶角长的变型 (f. *megaceros*) 和顶角短的变型 (f. *brachyceros*)。同一链状群体中,总是链顶个体的顶角较长,链内个体的顶角较短,因此不能只凭顶角长短作为分类的依据。Taylor 又把个体较小 (直径 80 微米左右)、壁薄、分布于热带内湾者定为本种的原变种 (var.

lunula); 把个体粗壮(一般直径超过 100 微米)、壁厚、带不规则纵纹、分布于水温、盐度较高的热带外海者定为本种的粗壮变种 (*var. robustum*)。我们在西沙采到介于原种与粗壮变种之间的标本,其体型接近于原种(上体部较瘦,两侧平直,不似粗壮变种两侧凸出而肥胖),横沟直径也较粗壮变种略小;但从其左、右两角甚粗壮,壁上有短纹和小孔的特点来看,则又与粗壮变种相接近。因此我们初步认为在原种和粗壮变种之间可能有连续过渡型个体,故我们仍将西沙标本鉴定为新月角藻原种。倪达书先生也提到产于海南岛的标本与产于厦门的个体不同^[46],可见因所处环境的不同,本种体形也产生相应的变化。

热带性种,在东海和南海都有记录。1957 年 5 月又自西沙群岛附近海域采到少量。亦产于热带太平洋、印度洋、南非东岸和日本近海等。

30. 对称角藻 *Ceratium symmetricum* Pavillard 1905

根据左、右脚角的长度和张开程度,在种下又分变种,在西沙群岛海域采到的是其拢角变种。

拢角变种 *Ceratium symmetricum* var. *coarctatum* (Pav.) Graham et Bronikovsky 1944* (图 30, 图版 IV:27)

Graham et Bronikovsky, 1944: 29, figs. 15 J—L; Sournia, 1968: 433, fig. 56; Steidinger et Williams, 1970: 46, fig. 34; Taylor, 1976: 88, figs. 153, 156.

= *C. coarctatum* Pav. 1905.....Pavillard, 1905: 52, pl. 1, fig. 6.

= *C. symmetricum* Pav.....Schiller, 1937: 401, figs. 441 a, b.

= *C. gracile* α *Coarctatum* (Pav.) Jörg.....Jørgensen, 1920: 59, fig. 55.

= *C. gracile* (Gourr.) Jörg.....丸川, 1921: 42; pl. 17, figs. 139 a, b.

个体的高度大于宽度,上体部左侧较凸起,右侧平直;下体部左侧凹下,右侧无明显弧度,底缘稍隆起。横沟直,右端降位。三个角都较长而粗,且略平行。顶角一般直或稍弯;左、右脚角的长度相仿(约为顶角长度的 5/6),自下体部两隅生出后即分别弯向前方,与顶角平行伸出,末梢向顶角靠拢。由于左脚角基部弯曲度较右脚角大,故左脚角与横沟间的距离较右脚角大 ($x > y$),且左脚角较弯,右脚角较直。

$D = 65$ 微米, $E = 45$ 微米, $H = 35$ 微米, $A = 300$ 微米, $R = 257$ 微米, $L = 262$ 微米, $x = 36$ 微米, $y = 12$ 微米。

热带外洋性种,1975 年 4 月中旬采自中沙群岛海域 ($15^{\circ}32'N$, $113^{\circ}E$),量少。产于热带大西洋和太平洋、印度洋(北部、中央偏南部分和莫桑比克海峡南端)、地中海,量少。

31. 仿锚角藻 *Ceratium tripodoides* (Jörg.) Steemann Nielsen 1934* (图 31, 图版 IV:28)

Stemann Nielsen, 1934: 15, fig. 28.

= *C. pulchellum* f. *tripodoides* Jörg.....Jørgensen, 1920: 5, figs. 41, 42.

= *C. tripos* f. *tripodoides* (Jörg.) Paulsen.....Paulsen, 1930: 79, 80, fig. 47; Schiller, 1936: 384, fig. 421 b; Киселев, 1950: 246, fig. 432 a.

个体近椭圆形,高稍大于宽。上体部左侧稍凸,右侧略平直,下体部较上体部高,左侧长略凹,右侧短直,底缘左侧圆凸,右侧凹下。横沟中央略弯,右端降位。顶角直,粗而长。左、右脚角粗短,左脚角略弯,自下体部左隅生出后即均匀弯向前方,末梢与顶角略平行;右脚角直,较左脚角短,自下体部右隅生出后向前方斜伸,末梢略张开。右角与横沟间的

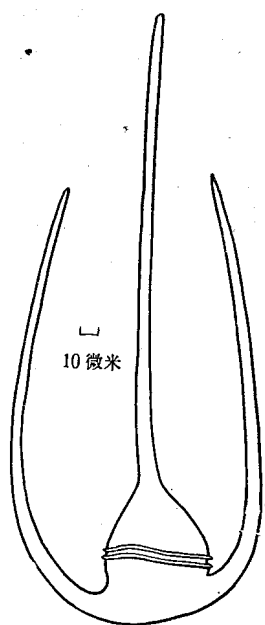


图 30 对称角藻拢角变种
Ceratium symmetricum var.
coarctatum (Pav.) Graham
et Bronikovsky

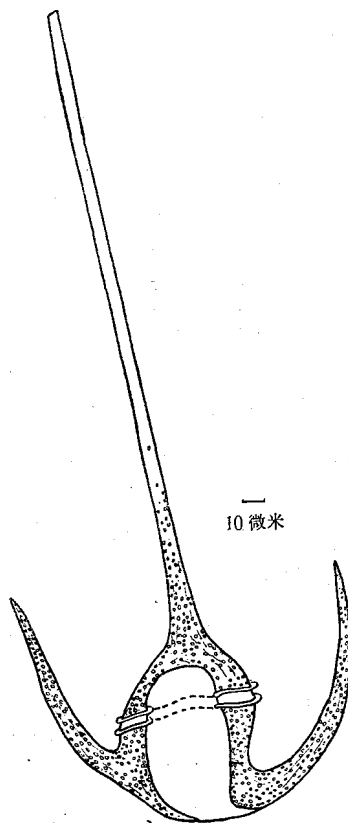


图 31 仿锚角藻 *Ceratium tripodoides*
(Jörg.) Steemann et Nilsen

距离约为左角的一半 ($x \approx 2y$)。

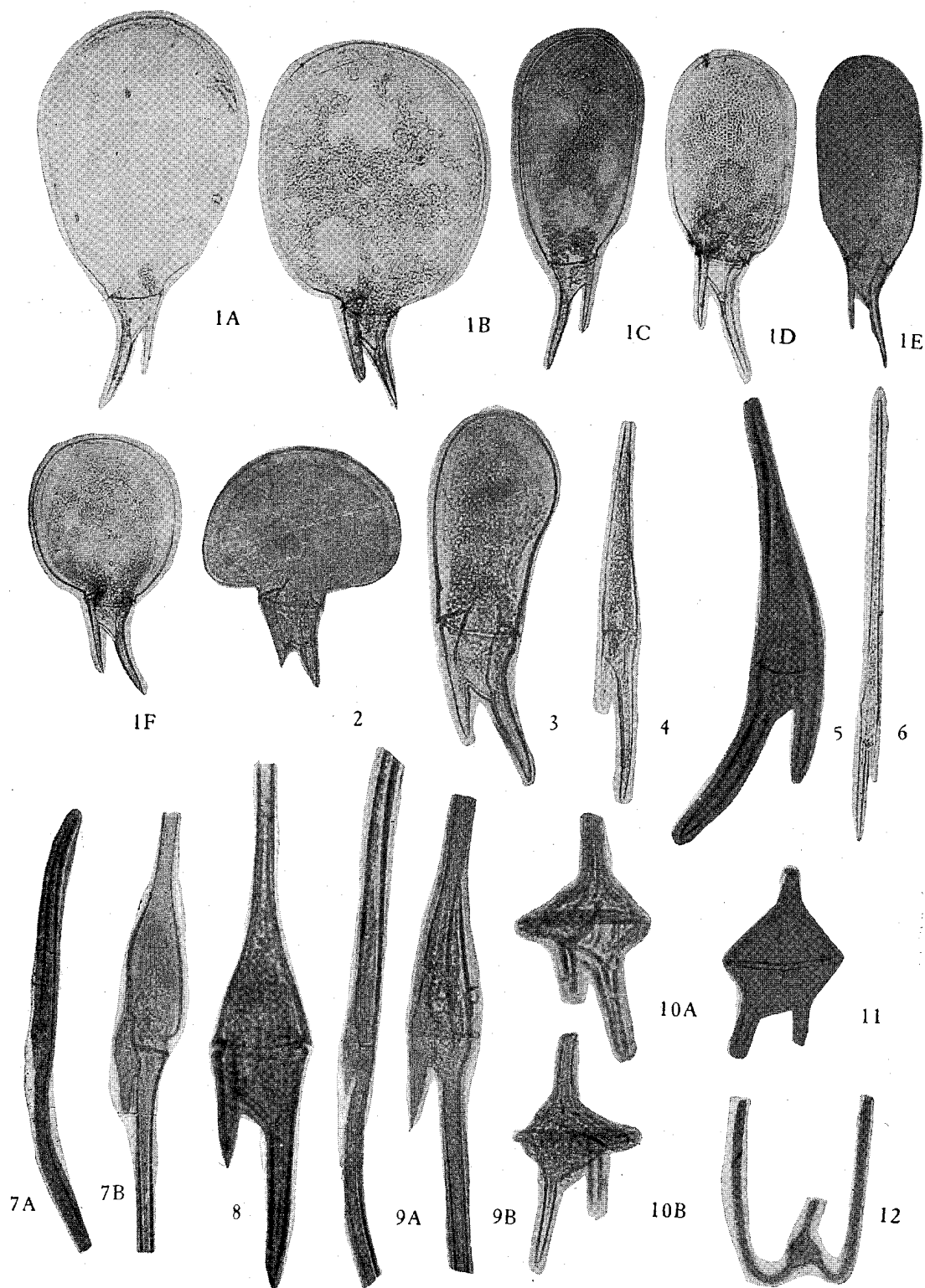
$D = 67$ 微米, $E = 30$ 微米, $H = 46$ 微米, $A = 320$ 微米, $R = 90$ 微米, $L = 120$ 微米, $x = 37$ 微米 $\approx 2y$ 。

1974 年 5 月中旬在西沙和中沙群岛附近海域常采到, 是热带外洋性种。

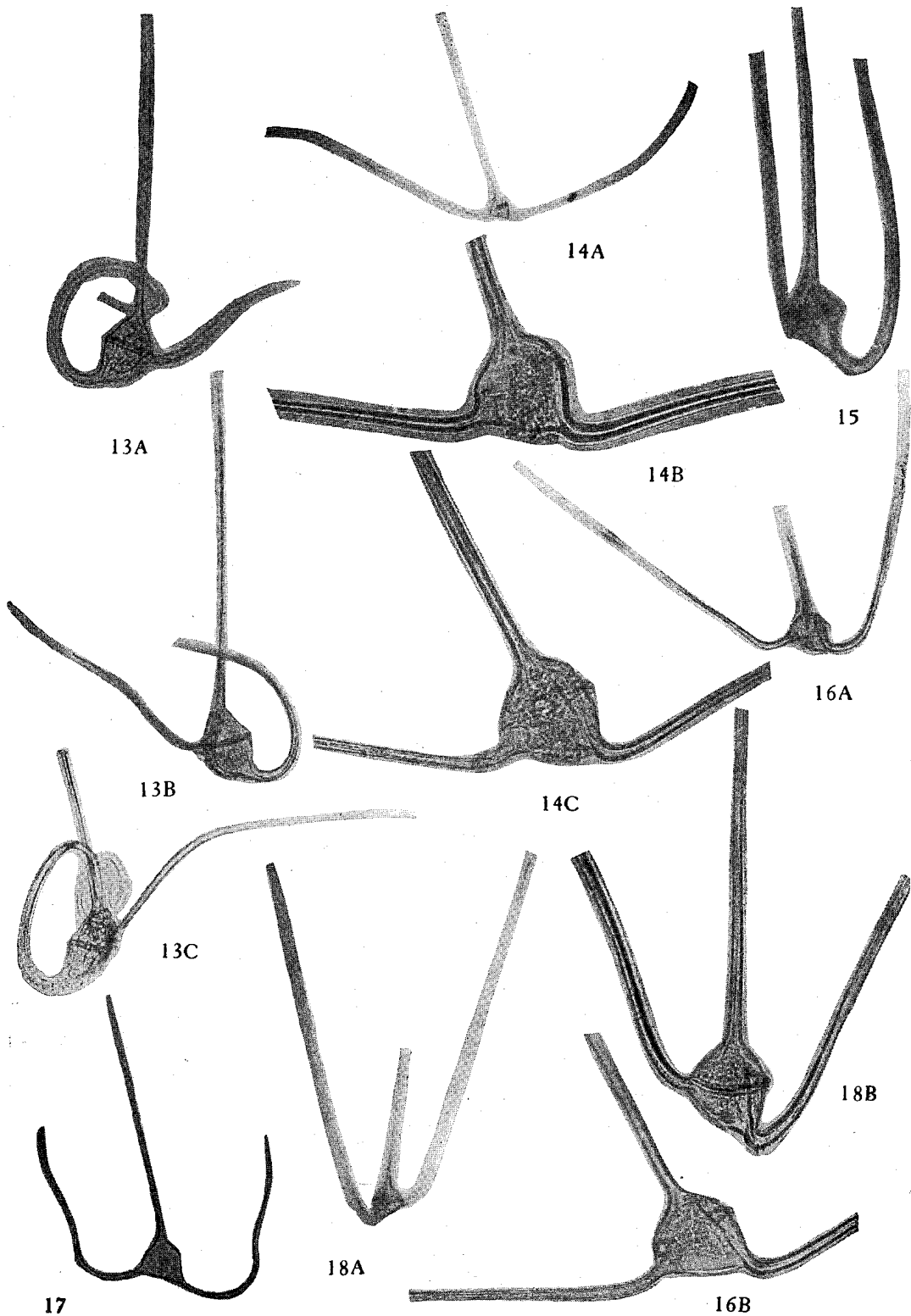
本种与海南岛记录的锚角藻 (*C. tripos* (O. F. Müller) Nitzsch, 1817)^[5] 外形近似, 主要区别在于: 本种下体部较上体部高, 底缘突起明显, 上体部左侧凸起, 右侧直, 顶角长, 锚角藻底缘突起较小, 上体部和下体部的高度相仿, 上体部两侧凸起的程度近似或左侧直, 右侧略凹。此外, 仿锚角藻分布于热带外洋而锚角藻却是近岸广布性种。

参 考 文 献

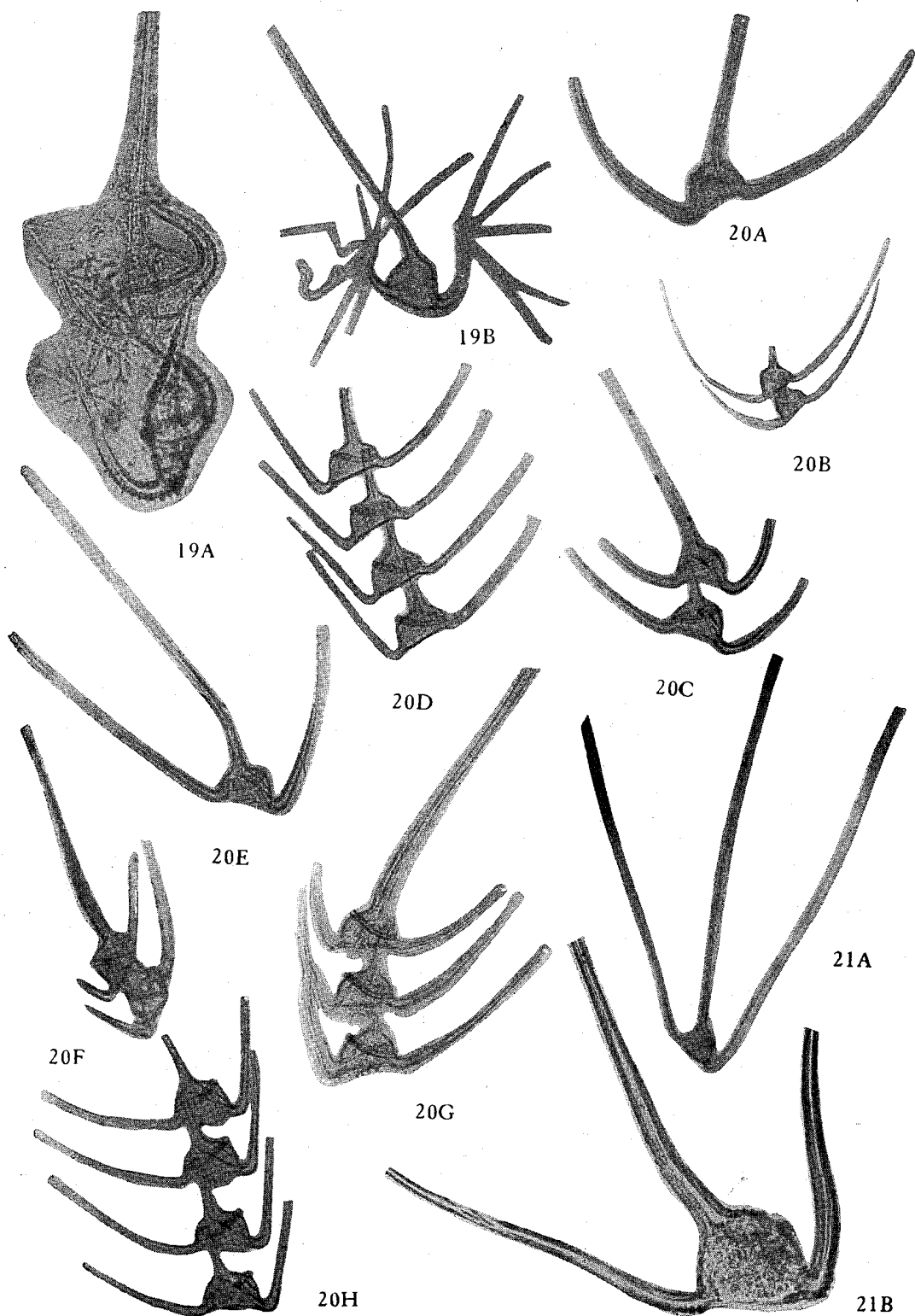
- [1] 丸川久俊, 1921. 鞭藻類檢索圖説=就テ (浮游生物檢索圖説第二册). 水産講習所出版, 1—48 页, 圖版 1—34。
- [2] 植田穗, 1950. 浦之内湾産浮游生物圖譜第一輯, セラチウム屬. 高知縣立弘岡農業高等學校出版, 圖版 1—14。
- [3] Davis, J. T., 1964. *Ceratium fusus* (Ehr.). Florida Board of Conservation, Div. Salt Water Fisheries, Mar. Lab., Leaflet Ser. Plankton 1(6): 1—3.
- [4] Davis, J. T., 1965. *Ceratium hexacanthum* Gouret 1883. *Ibid.* 1(9): 1—3.
- [5] Davis, J. T. et al, 1966. *Ceratium trichoceros* (Ehr.) Kofoid. *Ibid.* 1(1): 1—3.
- [6] Forti, A., 1922. Ricerche su la flora pelagica (fitoplancton) de Quarto Dei Mille (Mare Ligure).



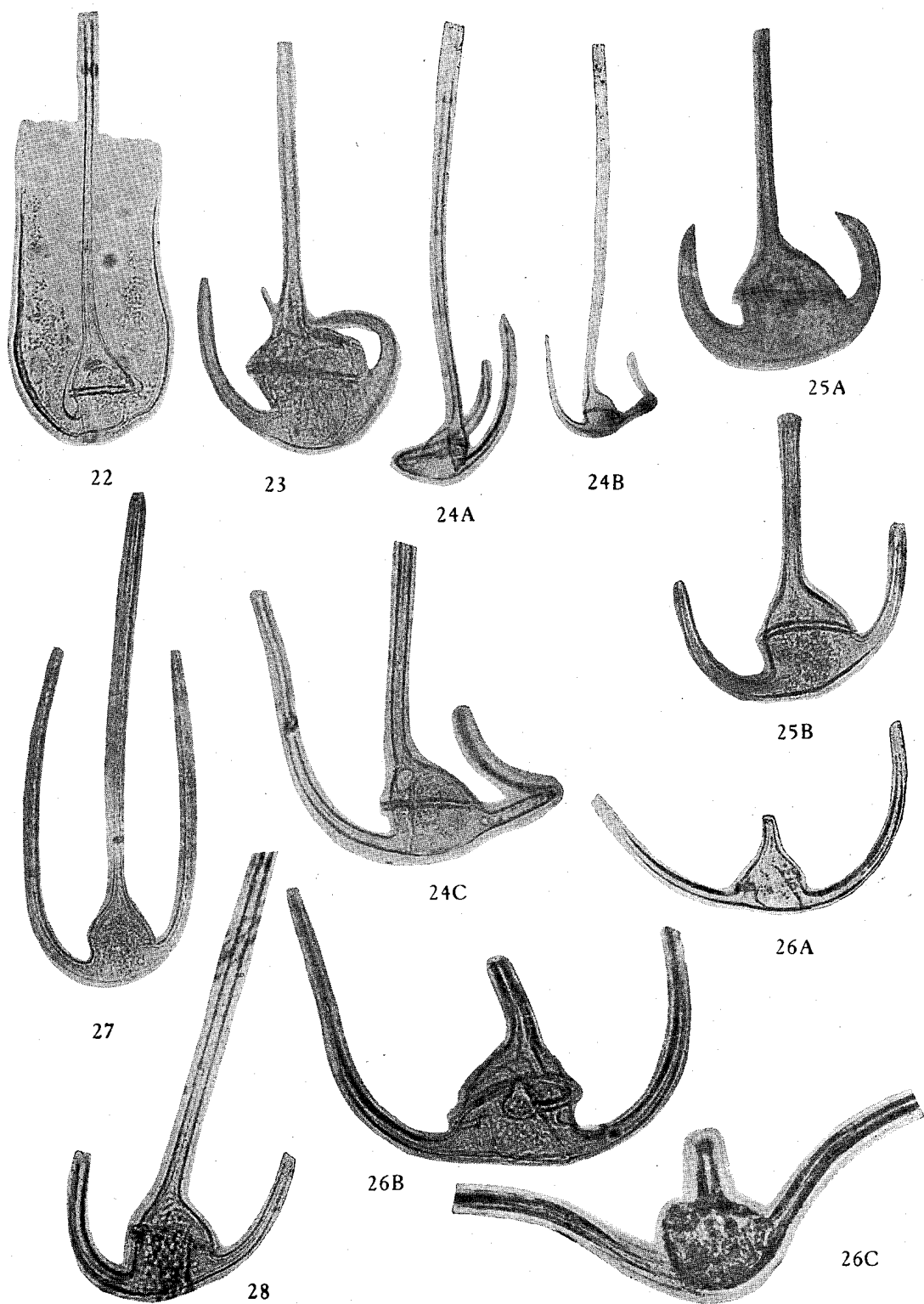
1A—F. 圆头形角藻 *Ceratium gravidum* Gourret $\times 900$; 2. 脑形角藻 *C. cephalotum* (Leem.) Jörg. $\times 500$; 3. 长头形角藻 *C. praelongum* (Leem.) Kofoid ex Jörg. $\times 350$; 4. 剑锋角藻 *C. incisum* (Karst.) Jörg. $\times 600$; 5. 锥角藻 *C. schroeteri* Schröder $\times 500$; 6. 针形角藻 *C. belone* Cleve $\times 900$; 7A—B. 毕氏角藻 *C. bigelowii* Kofoid A $\times 100$, B $\times 500$; 8. 叉状角藻 *C. furca* (Ehr.) Clap. et Lachm. $\times 200$; 9A—B. 长嘴角藻 *C. longirostrum* Gourret A $\times 500$, B $\times 100$; 10A—B. 蜡台角藻 *C. candelabrum* (Ehr.) Stein $\times 600$; 11. 五角形角藻长角变种 *C. pentagonum* var. *longisetum* (Ostenf. et Schm.) Jörg. $\times 800$; 12. 偏转角藻 *C. deflexum* (Kof.) Jörg. $\times 100$



13A—C. 网纹角藻原变种旋角变型 *Ceratium haxacanthum* f. *spirale* (Kof.) Schiller $\times 100$; 14A—C. 歧分角藻飞姿变种斯里兰卡变型 *C. carriense* var. *volans* f. *ceylanicum* (Schröder) Jörg. A $\times 200$, B, C $\times 500$; 15. 偏转角藻 *C. deflexum* (Kof.) Jörg. $\times 200$; 16A—B. 马西里亚角藻 *C. massilense* (Gour.) Karsten A $\times 100$, B $\times 500$; 17. 波状角藻 *C. trichoceros* (Ehr.) Kofoid $\times 100$; 18A—B. 巴氏角藻长角变种 *C. pavillardii* var. *hundhausenii* (Schr.) Guo et Ye A $\times 100$, B $\times 500$



19A—B. 蛙趾角藻掌状变种 *Ceratium ranipes* var. *palmatum* (Schröder) Jörg. A×100, B×500; 20 A—C. 兀鹰角藻原变种原变型 *C. vultur* var. *vultur* f. *vultur* Cleve ×100; 20 D—H. 兀鹰角藻苏门答腊变种 *C. vultur* var. *sumiranum* (karst.) Steemann Nielsen ×100; 21 A—B. 巴氏角藻长角变种 *C. pavillardii* var. *hundhausenii* (Schr.) Guo et Ye, A×50, B×500



22.板角藻 *Ceratium platycorne* Von Daday $\times 500$; 23.瘤壁角藻异角变种 *C. gibberum* var. *dispar* (Pouchet) Sournia $\times 100$; 24A. 扭角藻原变种 *C. contortum* var. *contortum* (Gour.) Cleve $\times 100$; 24B—C. 扭角藻舞姿变种 *C. contortum* var. *saltans* (Schröder) Jörg. $\times 100$; 25A. 短角藻原变种 *C. breve* var. *breve* (Ostenf. ex Schm.) Schröder $\times 100$; 25B. 短角藻平行变种 *C. breve* var. *parallalum* (Schm.) Jörg. $\times 100$; 26A—C. 新月角藻 *C. lunula* (Schimper ex Karsten) Jörg. A $\times 100$, B, C $\times 600$; 27.对称角藻拢角变种 *C. symmetricum* var. *coarctatum* (Pav.) Graham et Bronikovsky $\times 600$; 28.仿锚角藻 *C. tripodoides* (Jörg.) Steemann et Nielsen $\times 500$

- R. Comitato Talassografico Italiano, Laboratorio Marino de Quarto dei Presso Genova. Memoria XCVII: 31—78.
- [7] Graham, H. W. et N. Bronikovsky, 1944. The genus *Ceratium* in the Pacific and north Atlantic oceans. *Scient. Results Cruise VII 1928—1929*, Biol. 5, pp. 1—209.
- [8] Jörgensen, E., 1911. Die Ceratien, Eine Kruze Monographie der Gattung *Ceratium* Schrank. Diese Arbeit erschien auch in den Supplementen der Internationalen Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie (zu Band IV). Leipzig, 1—124.
- [9] Jörgensen, E., 1920. Mediterranean Ceratia. *Rep. dan. Oceanogr. Exped. Mediterr.*, 2 (Biol.), j. 1, 1—110 pp.
- [10] Karsten, G., 1907. Das Indische Phytoplankton. In *Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition*, Bb. 2, T. 2, L. 3.
- [11] Klement, K. W., 1964. Armored Dinoflagellates of the Gulf of California. *Univ. Cal. Publications (Zool.)*, 8(5): 347—372.
- [12] Kofoid, C. A., 1907. New species of Dinoflagellates. *Bull. Mus. Comparative Zoology* 1(6): 170—174.
- [13] Kofoid, C. A., 1908b. Notes on some obscure species of *Ceratium*. *Univ. of California Publications in Zoology* 4(6—7): 346—397.
- [14] Lebour, M. V., 1925. The Dinoflagellates of Northern Seas. Published by the Marine Biological Association of the United Kingdom, Plymouth, 142—158.
- [15] Nie, D-S. (倪达书), 1936. Dinoflagellates of the Hainan Region, I. *Ceratium*. *Contr. Biol. Lab. Sci. Soc. China* 12(3): 29—73.
- [16] Okamura, K. and T. Nishikawa, 1904. A list of the species of *Ceratium* in Japan. *Annot. Zool. Japan*, 5(3): 121—131.
- [17] Okamura, K., 1907 (1906). An annotated list of plankton Mikroorganisms of the Japanese Coast. *Annot. Zool. Japan*, 6(2): 125—151.
- [18] Okamura, K., 1912. Plankton-Organisms from Bonito fishing grounds. *Rep. Imperial Bureau of Fisheries: Scientific Investigations* 1: 1—38.
- [19] Paulsen, O., 1908. *Peridinales*. Nordisches Plankton. Vol. XVIII 124 pp.
- [20] Pavillard, J., 1930. Sur quelques formes intéressantes ou nouvelles du Phytoplankton (Diatomées et Péridiniens) des croisières du Prince Albert Ier de Monaco. *Bull. Inst. Océanogr.* 558: 1—12.
- [21] Pavillard, J., 1931. Phytoplankton (Diatomées et Péridiniens) Provenant des campagnes scientifiques de S. A. S. le Prince Albert Ier de Monaco. *Result. Campagne Sci. Albert* 1(82): 1—208. 3 pl.
- [22] Pavillard, J., 1932. A propos de la Sytématique des peridiniens *Bull. Soc. Bot. France* 23: 876—976.
- [23] Pavillard, J., 1937. Les Péridiniens et Diatomées pélagiques de la mer de Monaco de 1907 à 1914 Observations générales et conclusions. *Bull. Inst. Oceanogr.* 34(738): 1—56.
- [24] Schiller, J., 1934—1937. Dinoflagellatae. Rabenhorsts Kryptogamenflora, Bb. 10, Abt. 3. Leipzig, 349—432.
- [25] Sournia, A., 1968a. Le genre *Ceratium* (Péridien planctonique) Dans le Canal de Mozambique. Collected reprints of the International Indian Ocean Expedition, vol. VI. Contribution no. 446. 1969. UNESCO.
- [26] Sournia, A., 1968b. Quelques nouvelles données sur le phytoplancton marin et la production primaire à Tuléara (Madagascar). *Hydrobiologia* 31(3—4). 545—560.
- [27] Steemann Nielsen, E., 1934. Die Verberitung. Biologie und Variation Der Ceratien Im Südlichen Stillen Ozean. 67 pp.
- [28] Steemann Nielsen, E., 1939. Die Ceratien des Indischen Ozeans und der Ostasiatischen Gewässer, mit einer allgemeinen Zusammenfassung über die Verberitung der Ceratien in den Weltmeeren. Copenhagen, C. A. Reitzel. 33 pp.
- [29] Steidinger, K. A. & J. Williams., 1970. Dinoflagellates. Memoirs of the Hourglass Cruises. *Mar. Res. Lab. Florida Dept. Nat. Resources* 2: 251 pp.
- [30] Taylor, F. J. R., 1976. Dinoflagellates from the International Indian Ocean Expedition. A report on material collected by the R. V. "Anton Bruun" 1936—1964. Original-Abhandlungen aus dem Gesamtgebiete der Botanik. Bibliotheca Botanica. Heft 132. Stuttgart. 55—89.
- [31] Wang, C. C. & D. S. Nie. (王家辑, 倪达书), 1932. A survey of the marine protozoa of Amoy.

- Contr. biol. Lab. Sci. Soc. China (Zool Ser.)* 8(9): 285—385.
- [32] Wood, E. J. F., 1954. Dinoflagellates in the Australian region. *Aust. J. mar. Fres. Res* 5(2): 171—361.
- [33] Гайл, 1950. Определитель фитопланктона Японского моря. И. ТИПРО. Т. 33: 46—57.
- [34] Киселев, 1950. Панцирные Жгутиконосцы. Изд. АН СССР. Стр. 228—2.

ON SOME CERATIA IN THE WATERS AROUND THE XISHA ISLANDS AND THE ZHONGSHA ISLANDS, GUANGDONG PROVINCE, CHINA.*

Guo Yujie (Kuo Yuchieh),** Ye Jiasong*** and Zhou Hanqiu**

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

ABSTRACT

We have so far known approximately 120 species in the Genus *Ceratium*. Most of them have been found only in the warm seas, they are important members in tropical phytoplankton community as well as in that of Xisha and Zhongsha regions. Their habits adapt them to definite range, so that some species have usually been used as good indicators for certain sea current or water mass.

During the periods of May to June of 1974 and March to April of 1975, we had collected a lot of phytoplankton samples from the Xisha and Zhongsha Islands including their adjacent regions (15°28'N—17°30'N, 111°10'E—114°50'E) by means of a Juday Net (its mesh size is 68 μ^2), these are the materials which the present study was based on. In this paper 31 species of the Genus *Ceratium* are dealt with, of which 20 species and 4 varieties are recorded for first time from our country, and 1 variety is emended. Most of these species are familiar in the warm seas, but some of them, such as *Ceratium cephalotum*, *C. incisum*, *C. geniculatum*, are stenothermal species, which are very rare in the world oceans. *C. schroederi*, *C. fusus* var. *seta*, *C. deflexum* and *C. bigelowii* are tropical Indo-Pacific species, showing the biogeographical and marine ecological characteristics of the Xisha and Zhongsha areas.

* Contribution No. 596 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.

** Institute of Oceanology, Academia Sinica.

*** South China Sea Institute of Oceanology, Academia Sinica.