

西沙群岛附近海域甲藻的研究*

I. 角甲藻属甲板形态及种的描述

陈国蔚

(山东海洋学院)

角甲藻属 (*Ceratocorys*) 隶属于横裂甲藻纲、多甲藻目、角甲藻科。本属包括的种类均为热带、亚热带种。Stein 于 1883 年建立本属。他绘制了长刺角甲藻 (*C. horrida*) 各个观察面的图,对组成壳壁的大甲板都给以描述,并指出藻体上生有六根长刺,但未对腹区进行研究。此后, Courret (1883)、Schütt (1895)、Cleve (1903)^[3] 等相继发表了一些角甲藻属的种类。1910 年 Kofoid^[3] 根据甲板形态对此属进行了订正,但他既未绘图,也未分析腹区。Graham^[2] 叙述此属共有七个种,并做了详细的形态分析,尤其对腹区甲板的组成进行了研究。本文记载了在西沙群岛海区采集到的长刺角甲藻 (*C. horrida* Stein)、双足角甲藻 (*C. bipes* (Cleve) Kofoid) 和网纹角甲藻 (*C. reticulata* Graham) 三个种。除对本属的模式种长刺角甲藻进行了比较全面的形态解剖外,还对其它各个种进行了描述。

本文所用的标本是 1975 年 12 月和 1976 年 1 月用小型浮游生物网 (20 号筛绢) 采自西沙群岛的珊瑚岛东南方海区 (111°52'E, 16°32'N) 和银砾礁西南方海区 (112°09'E, 16°48'N), 用 5% 福尔马林固定。

角甲藻属各个种类细胞壁都比较厚,甲板上的花纹和缝线都比较清晰,在显微镜观察时,不需要像通常的甲藻那样用漂白和染色处理。

一、角甲藻属的形态特征和甲板描述

长刺角甲藻是角甲藻属的模式种,也是西沙群岛海区个体数量最多的一种,本文以它为材料进行形态观察及甲板解剖。

细胞腹面是棱角较钝的多角形至圆形或近卵形。无突出的顶角及底角。横沟位于细胞前端,因此上壳很短,呈较矮的平截三角形。横沟不凹陷,环状或稍左旋,两端位移距离约等于横沟宽度。腹区较平坦,鞭毛孔位于腹区的前端(图 1:3)。

甲板组成: 共有 29 块甲板,其公式为: 1P, 3', 1a, 5'', 6G, 5''', 1p, 1''', 6V。

顶孔板 (P): 是一块椭圆形小板,中央有一个椭圆形的顶孔。顶孔板直接与三块顶板相接(图 1:1, 2)。

* 在研究过程中,承中国科学院水生生物研究所研究员倪达书老师和山东海洋学院副教授王筱庆老师热忱指导并审改文稿,文内插图均用显微描绘器绘成,原图由阎虹同志复墨,谨此致谢。

本刊编辑部收到稿件日期: 1979 年 9 月 5 日。

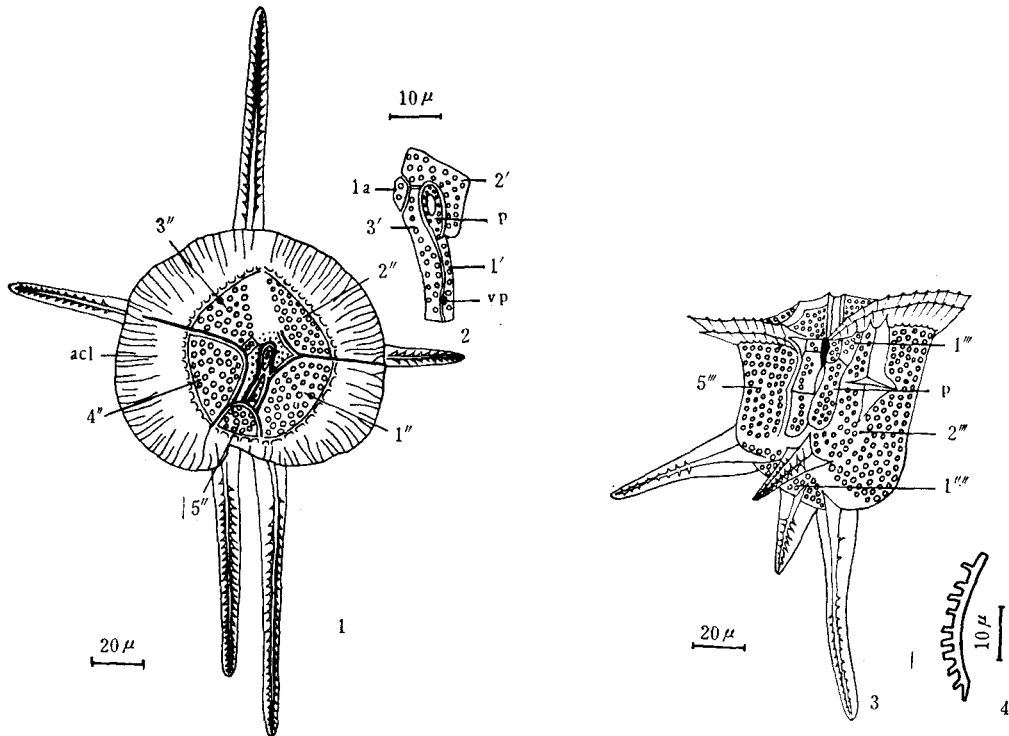


图1 长刺角甲藻 *Ceratocorys horrida* Stein

1. 顶面观, 示五块前沟板 (1'', 2'', 3'', 4'', 5''); 横沟上边翅 acl。 2. 示顶孔板 P; 三块顶板 (1', 2', 3') 和一块前间板 1a; 腹孔 vp。 3. 示第一、二、五后沟板 (1''', 2''', 5''') 和后间板 p。 4. 分割边翅。

顶板 ('): 共三块。第一顶板 (1') 细长。第二顶板 (2') 斜凹字形, 三边平直, 一边围绕顶孔板的左侧及背缘。第三顶板 (3') 比 (1') 宽大, 后端与 (2') 相接, 然后围绕顶孔板的右侧再与 (1') 平行。(图 1:1, 2)。

前间板 (a): 一块 (1a), 是上壳诸甲板中最小的一块, 但极易辨认。四边形, 位于顶孔板右侧 (2')、(3') 顶板之间(图 1:1, 2)。

前沟板 (''): 共五块。第一、二、三前沟板 (1'') (2'') (3'') 较大, 几乎占了整个上壳的四分之三。第四、五前沟板 (4'') (5'') 较小, 尤以第五块最小(图 1:1)。

腰带 (G): 由大小略等的六块组成。

后沟板 ('''): 共五块。第一后沟板 (1''') 最小, 并被第二后沟板 (2''') 右侧凸出的边翅将它与 (2''') 隔开。第三至第五后沟板 (3'''—5''') 构成下壳的主要部分, 其中尤以 (2''')、(3''') 为大, 并弯向底面与底板共同形成藻体的底部(图 1:3, 2:1, 2)。

后间板 (p): 一块。近长方形, 右侧边缘向下逐渐宽大, 在纵沟的左侧有明显的左沟边翅覆盖腹区的部分左鞭毛孔板、连接板和后围板。上端与左前板和 (1''') 相接, 后端与底板为邻(图 1:3, 图 2:3, 4)。

底板 ('''''): 一块。正方形, 位于藻体底部中央偏向右侧, 底部的左侧是 (2''')、(3''') 弯向底面的那一部分(图 1:3, 图 2:5)。

腹区 (V): 平坦、不凹陷。由左、右前板 (la, ra) 左、右鞭毛孔板 (lf, rf), 连接板 (c) 和后围板 (post) 共六块组成 (图 1:3, 图 2:3, 4)。

右前板: 多角形, 位于横沟左侧, 前与 (5'') 相接, 左边与 (G₁) 相连, 右边与 (rf) 为邻, 构成鞭毛孔的顶部。

左前板: 较小, 略成三角形或狭长形, 上与 (G₁) 相接, 右边构成鞭毛孔的左缘 (以前的学者都认为这是 (1'''), 如 Graham, Kofoid) 下连 (lf) 和 (p)。由于它是直接并成鞭毛孔的左缘, 故认为是腹区成员之一比较恰当。

左鞭毛孔板: 较小, 其形状随观察的位置不同而异, 正面是短小的 j 字形, 侧面弓形。上接 (la), 下连后围板, 其凹面构成鞭毛孔的后端。

(rf), (c), 后围板紧靠 (5''') 的左侧依次排成一行。(rf) 略成长方形, 右边与 (G₆) 相连, 构成鞭毛孔的右上侧边缘。

连接板: 近长方形, 连接 (lf)、(rf) 共同构成鞭毛孔右下侧及后端边缘。

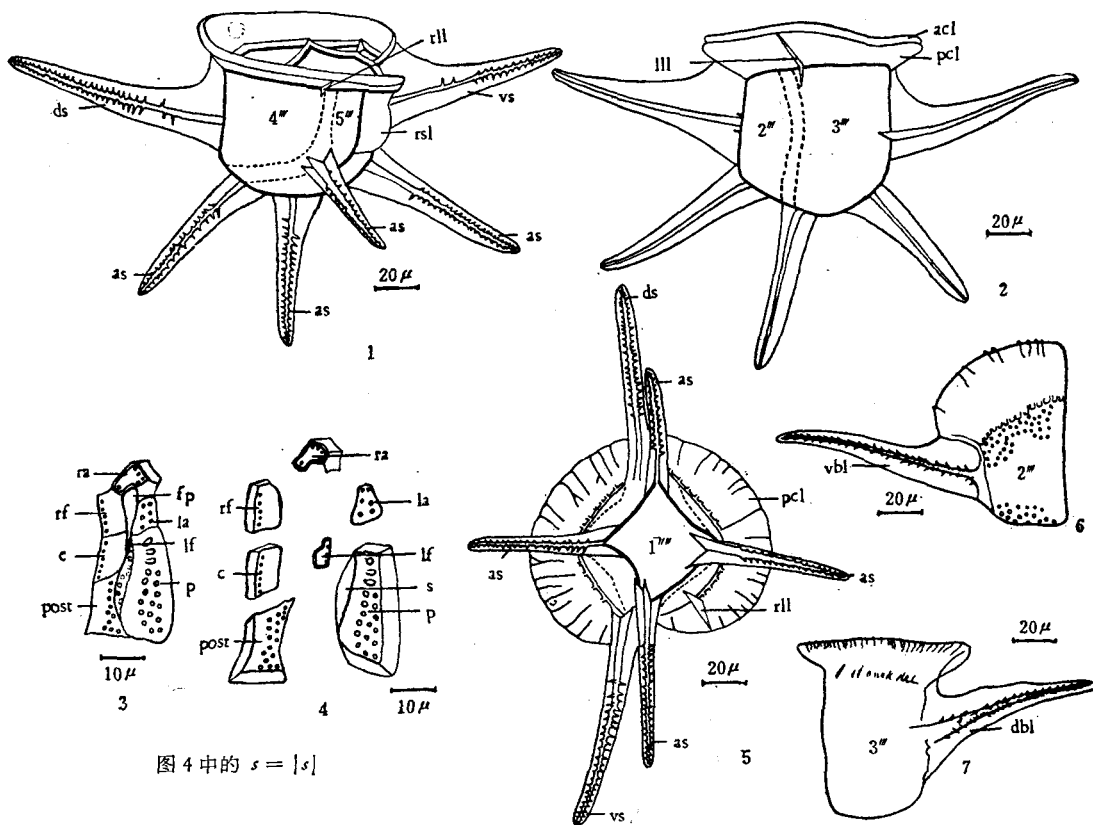


图 4 中的 $s = |s|$

图 2 长刺角甲藻 *Ceratocorys horrida* Stein

1. 右侧面观: 示第四、五后沟板 (4'') (5''); 右沟边翅 rsl; 右侧边翅 rll; 背刺 ds; 腹刺 vs 和四根底刺 as。2. 左侧面观: 示第二、三后沟板 (2'') (3''); 左侧边翅 lll; 横沟上边翅 acl 和横沟下边翅 pcl。3. 完整的腹区。4. 分离后的腹区, 示各组成甲板: 右前板 ra; 右鞭毛孔板 rf; 左前板 la; 左鞭毛孔板 lf; 连接板 c; 后围板 post; 鞭毛孔 fp; 后间板 p; 左沟边翅 lsl。5. 底面观, 示底板 (1'''); 腹刺 vs; 背刺 ds 和四根底刺 as。6. 生有腹部体边翅 vbl 的第二后沟板 (2'')。7. 生有背部体边翅 dbf 的第三后沟板 (3'')。

后围板：是一块下端宽大的长方形板，是腹区内最大的一块甲板，直接与(1'')相连。

角甲藻的所有甲板都布满小孔，但疏密有异。如腰带板上的小孔排列成两行，腹区各板较稀疏，而后围板则为例外，孔较多而且密。上壳(1')右侧末端有一个特殊的腹孔(vp)(图 1:2)，如果甲板缝线上有发达的边翅，则(1')常被遮盖，腹孔就不易窥见。(P)中央有一椭圆形顶孔，顶孔周围被一圈小孔包围。

长刺角甲藻具有很多边翅，其中以横沟上、下边翅最为发达，并具有放射状排列的短肋，上边翅(acl)的肋远多于下边翅(pcl)(图 1:1, 图 2:5)。仔细观察时，除此放射状肋外，在近前沟板的边缘还有类似肋状的构造，这是横沟的分割边翅，它和横沟甲板连在一起，并把横沟规则地分割成一个个宽度超过横沟的小室(图 1:4)。此外，本种上壳的各个甲板缝线处几乎都生有边翅，往往呈龙骨状耸立在甲板之间。下壳有若干特殊的边翅，其中以(2'')右侧伸出的边翅和从(3'')背面边缘伸出的边翅最为宽大，分别叫做腹面体边翅(vbl)和背面体边翅(dbl)，上面都生有小肋(图 2:6, 7)。除这两个边翅外，下壳还有四个不生小肋的边翅：沿着(5'')左侧并与横沟后边翅相连的右沟边翅 rsl(图 2:1)，以及后间板右侧的左沟边翅 lsl(图 2:4)，甚至有时向后与腹面底刺的边翅相连。前者显而易见，后者需要通过高倍镜才能观察到。另外，左侧边翅(III)和右侧边翅(rl)很短小，从横沟下边翅开始分别沿(3'')和(4'')的腹面边缘向下延伸(图 2:1, 2, 5)。

角甲藻属的底板一般都生有 1—4 个刺，分别位于底板的边缘靠近与后沟板相互连接的缝线处。长刺角甲藻除底部有四个长刺外，在腹面体边翅和背面体边翅上也各长有一个刺，六个刺都呈长毛刷状，以中央为主轴，从基部或中段起周围分生四列向末端逐渐变

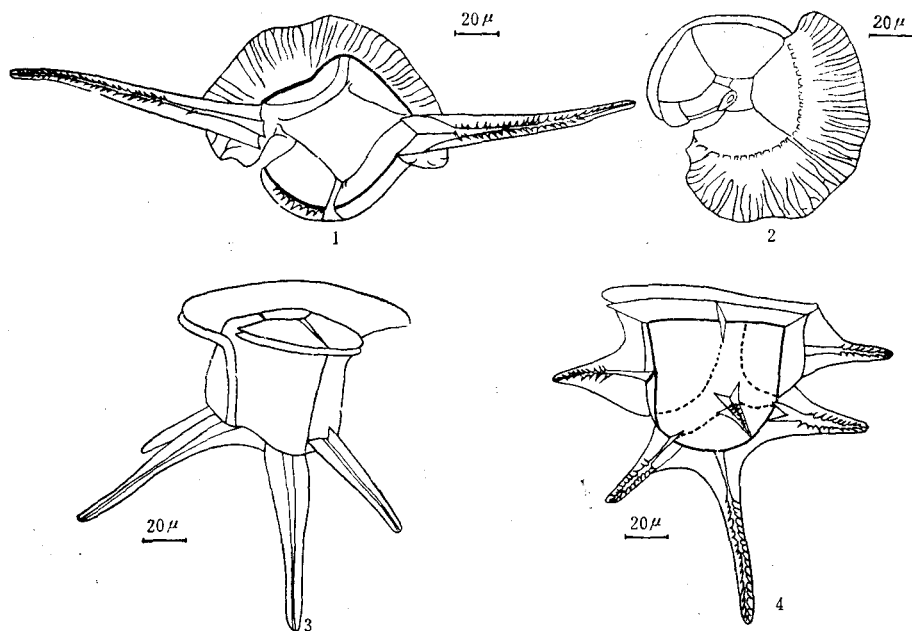


图 3 长刺角甲藻 *Ceratocorys horrida* Stein

1. 新分裂的左子细胞底面观； 2. 新分裂的左子细胞顶面观； 3. 新分裂的右子细胞左侧面观； 4. 短刺类型以及各底刺的边翅相连。

短的小肋,其中以背腹刺最长,各刺的边翅彼此独立或相互连接(图 3:4)。不同个体刺的长短差异甚大,长型刺平均长度为 88.1 微米,最长者可达 108.5 微米。短型刺的平均长度为 50.0 微米,最短者仅 37.5 微米(图 3:4)。

到目前为止,本属仅知一种最简单的直接分裂的繁殖方式。分裂线从上壳纵轴的右方,绕过鞭毛孔的左侧,斜向下壳的左方。右子细胞得到母细胞上壳的(3'')、(4'')、(5''),下壳除(ra)以外的全部腹区及(4''')、(5''')和(1''')。因此,右子细胞只有四根发达的底刺和横沟边翅的右半部分(图 3:3)。左子细胞得到母细胞所剩下的甲板外,有发达的背、腹刺和横沟边翅的左半部分(图 3:1, 2)。

二、种的描述

长刺角甲藻 *Ceratocorys horrida* Stein 1883 (图 1—3)

Okamura, 1907:131, fig. 25a—c; Kofoed, 1910:180—181; Matzenauer, 1933:452, fig. 20a—c; Schiller, 1933:443, fig. 485a—c; Graham, 1942:38—40, figs. 47—50; Wood, 1953:313—314, fig. 242a—b; Taylor, 1976:89—92, pl. 26, figs. 265—268.

Dinophysis jourdani Gourret, 1883:79, pl. 3, fig. 55.

Ceratocorys tridentata Daday, 1888:103, pl. 3, fig. 3.

Ceratocorys horrida var. *longicornis* Lemmermann, 1899:350, 371.

Ceratocorys horrida f. *tridentata* Entz, 1902:139, fig. 33.

Ceratocorys horrida var. *africana* Karsten, 1907:419, pl. 52, figs. 1—3.

Ceratocorys horrida var. *extensa* Pavillard, 1931:101.

Ceratocorys hirsuta Matzenauer, 1933: 453, fig. 23.

Pericinium globulus (Lapsus pennae), Lindemann, 1925:99.

细胞一般长大于宽。横沟接近细胞前端,左旋、两端位移距离等于或略大于横沟宽度。横沟以下为细胞直径最大的部分,中部直径较小,近底部约与细胞直径相同。上壳顶面观呈多边形至圆形。下壳腹面观是棱角钝圆的四边形,两侧边近于平行,近中部略向内凹,左侧边较长使底部成一倾斜面。

壳板上小孔均匀分布,间带较宽的个体,间带边缘有稀疏的分布不规则的小孔。

具有本属所有的各种边翅,尤以横沟边翅最为发达,宽达细胞直径的一半,背、腹部和底部生有六根“毛刷”状的长刺为本种的特征。

体长 69 微米(63.8—75 微米);直径 64 微米(56—71 微米)。

本种为热带、亚热带种。最常见于大西洋、地中海、北太平洋、日本海和印度洋。在我国西沙群岛海区是该属中个体数量较多的一种。

网纹角甲藻 *Ceratocorys reticulata* Graham 1942 (图 4:1—5)

Graham, 1942:42, fig. 55a—d; Taylor, 1976:92, pl. 26, fig. 275.

细胞宽略大于长。横沟位于细胞近中部处,左旋,两端位移距离约与横沟宽度相等。腹面观是一个截了底的钻石形,上、下壳呈亚锥形。下壳两侧边近于相等,底面不弯向右侧,但由背向腹面倾斜。侧边与细胞中轴形成 $\angle 32^\circ$ 。底板有二至四个小刺,伸向后方。生有四个刺者分别位于底板边缘靠近与后沟板相连接的合缝处。生有三个刺时,右侧小刺缺如。仅有二个刺的,其一为底板右侧小刺,另一小刺则位于底板后边缘的中央。

壳板外壁有粗糙的网纹,内壁则为向里凸起的一个个半球形小室,中央有开口的小孔。

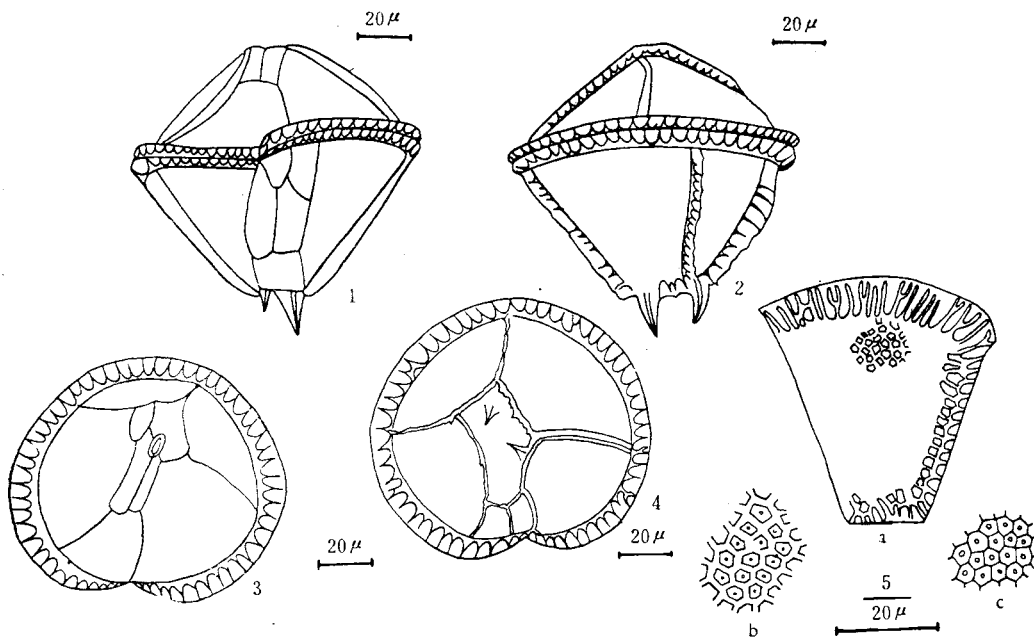


图4 网纹角甲藻 *Ceratocorys reticulata* Graham

1.腹面观; 2.右侧面观; 3.顶面观; 4.底面观; 5.a.示部分甲板花纹, b.外壁花纹, c.内壁的小孔。

(图4:5a—c)。横沟上无小孔。

横沟边翅窄,相当于横沟的宽度。上、下壳甲板缝线处生有发达的边翅,如龙骨状耸立其间。

体长97.5微米(90—105微米);直径105微米(97.5—112.5微米)。

本种为热带种。分布于大西洋、太平洋的热带海区。我国西沙群岛首次记录此种。

双足角甲藻 *Ceratocorys bipes* (Cleve) Kofoid 1910 (图5:1—4)

Kofoid, 1910:183; Schiller, 1933:445—446, fig. 488; Graham, 1942:43, fig. 57;

Wood, 1963:16—17, fig. 56; Taylor, 1976:90, pl. 26, fig. 271.

Goniodoma bipes Cleve, 1903:371, fig. 2a—d.

Ceratocorys asymmetrica Karsten 1907:419, pl. 47, fig. 9a—d.

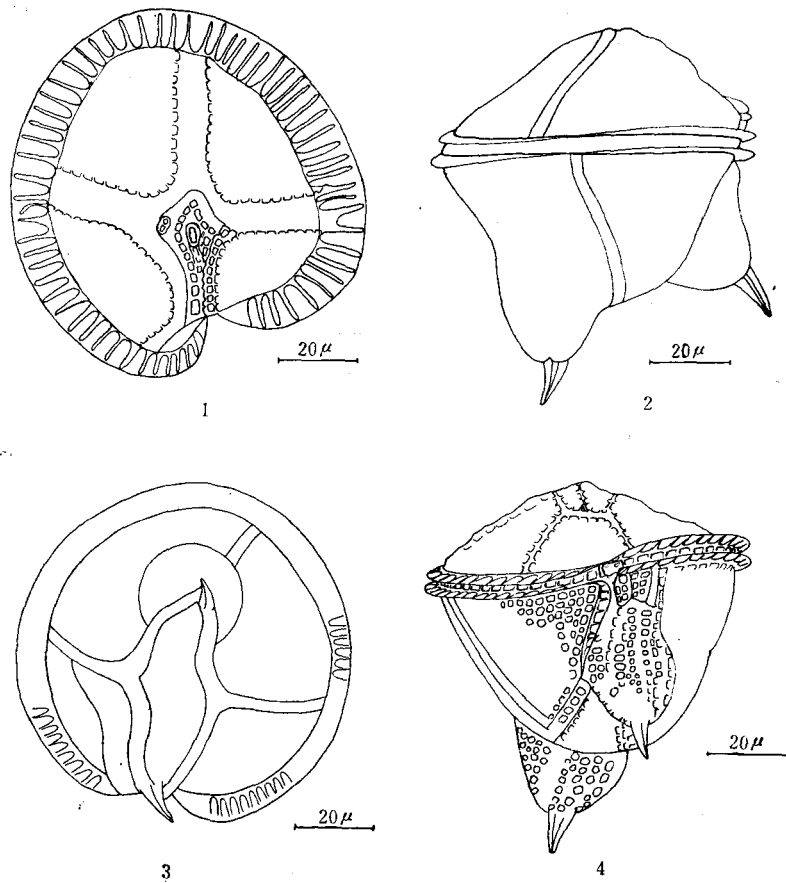
细胞长大于宽。横旋左旋,两端位移距离为横沟宽度的1/2。上壳腹面观呈矮圆顶状。下壳形状不规则,侧面观近于四边形,腹面观则为楔形。两侧边长度近于相等,底面不弯向右侧,侧边与细胞中轴形成 $\angle 29^\circ$ 。底部背、腹面各有一个球根状隆起的底角,角的末端有一根突出的刺向腹面伸出。背面底角包括第三、四后沟板及底板的一部分。腹面底角略偏向左侧,包括纵沟左侧的后间板后端部分及第二后沟板和底板的一部分。

壳壁小孔均匀分布或为网纹,第一顶板上的腹孔不明显。间带常较宽。

横沟边翅窄,约与横沟宽度相等。

体长87微米(84—90微米);直径79.3微米(76—82.5微米)。

本种为热带、亚热带罕见种。红海、阿拉伯海、印度洋、大西洋和太平洋都曾有过报道但数量极少。我国西沙群岛海区数量也极少。

图5 双足角甲藻 *Ceratocorys bipes* (Cleve) Kofoid

1. 顶面观; 2. 侧面观; 3. 底面观; 4. 腹面观。

三、讨 论

Kofoid^[3] 根据甲板形态对角甲藻属进行了修正,并将过去误认为鳍藻属 (*Dinophysis*)、秃顶藻属 (*Phalacroma*) 和屋甲藻属 (*Goniodoma*) 的一些种并入本属而澄清了不少混乱现象。但遗憾的是他没有绘制一个图,也没有对腹区甲板进行分析。Graham^[2] 在 Kofoid 的基础上对角甲藻属包括腹区在内的甲板进行了深入的研究,他根据第一后沟板的隐显程度提出二个新的亚属,即原角甲藻亚属 (*Proroceratocorys*) 和真角甲藻亚属 (*Euceratocorys*)。他将前者的不明显的第一后沟板作为腹区甲板之一,维持腹区由六块甲板组成,而将后沟板减为五块;把有明显的第一后沟板的种类并入真角甲藻亚属,该亚属的腹区甲板就减为五块了。于是本属甲板总数虽然是稳定的为 29 块,但构成腹区的甲板数目及后沟板的数目是有变化的,因此甲板公式为: $1P, 2', 2a, 5'', 6G, 5-6''', 1p, 1''', 5-6V$ 。

关于腹区甲板分析,尝试的作者不少,不论是被以后的学者所一致公认的 Tai & Skogsberg (1934)^[7] 关于鳍藻科 (*Dinophysoidaceae*) 的工作还是倪达书^[3] 对多甲藻属 (*Peridinium*) 的研究都有相同的结论,即腹区是由那些围绕鞭毛孔以及位于鞭毛孔前后

有关的甲板组成,构成腹区的甲板未必都直接参与形成鞭毛孔,但凡是构成鞭毛孔的甲板就应该是腹区的一部分。同一个属不同种的腹区甲板数目保持稳定,但其形态和排列各异,有宽窄、平凹之别。根据我们对本属甲板的分析也证实 Tai 和倪达书的结论是正确的, Graham 所述之第一后沟板不论其形态大小如何,却总是构成腹区鞭毛孔左侧边缘,无疑应是腹区甲板组成之一。换言之,本属腹区甲板应为六块, Graham 仅根据所谓的第一后沟板的大小差别作为纳入腹区与否,并据此把本属分成两个新亚属的提法,我们认为是欠妥的。

此外, Graham 把一块狭长而紧接顶孔板的相当于多甲藻属与膝沟藻属 (*Gonyaulax*) 的第一顶板作为第二前间板,这也是不恰当的,因为前间板是指位于上壳顶板与前沟板之间的不直接与顶孔板相接的诸甲板。Tayler (1976)^[8] 曾用扫描电镜证实了这一点。

据上所述,作者拟将 Graham 提出的本属甲板公式改为 1P, 3', 1a, 5'', 6G, 5''', 1p, 1''', 6V。

参 考 文 献

- [1] 倪达书, 1939. 角鞭毛虫属骨板之形态及腹区之讨论(包括一新种新属之改正)。科学 23:584—600。
- [2] Graham, H. W., 1942. Studies in the morphology, taxonomy and ecology of the peredinales. Publ. Carnegie Inst. 542: 34—44, figs. 43—557.
- [3] Kofoid, C. A., 1910. A revision of the genus *Ceratocorys*, based on skeletal morphology. Univ. Calif. Publ. Zool. 6:177—187.
- [4] Matzenauer, L., 1933. Die Dinoflagellaten des Indischen Ozean (mit Ausuahme der Gattung *Ceratium*). Bot. Arch. 35: 152.
- [5] Okamura, K., 1907. An annotated list of plankton microorganisms of the Japanes Coast. Annot. Zool. Japan. 6: 131.
- [6] Schiller, L., 1933. Dinoflagellatae (Peridneae), In Rabenhorst's Kryptogamen-Flora. Bd. 10, Abt. 3. Teil 2: 443—446.
- [7] Tai, L. S. & T. Skogslberg, 1934. Studies on the Dinophysiodes, Marine Armored Dinoflagellates of Monterey Bay, California. Arch. f. Prot. 82: 384—482.
- [8] Tayler, F. J. R., 1976. Dinoflagellates from the International Indian Ocean Expedition. A report on material collected by the R. V. "Anton Bruun" 1963—1964. 89—92.
- [9] Wood, E. J. F., 1953. Dinoflagellates in the Australian region. Aust. J. Mar. Fresh. Res. 5: 313—314.
- [10] ———— 1963b. Dinoflagellates in the Australian region. 111. Further Collections. Tech. Pap. Div. Fish. Oceanography. C. S. I. R. O. Aust. 17: 16—17.

STUDIES ON THE DINOFLAGELLATA IN ADJACENT WATERS OF THE XISHA ISLANDS

I. ON THE THECAL MORPHOLOGY OF *CERATOCORYS*.

Chen Guowei

(Shandong College of Oceanology)

Abstract

The species of *Ceratocorys* are tropical and subtropical representatives. Though the first species has been reported by Stein as early as 1883, yet it seems not to be reported from the South China Sea previously. *Ceratocorys horrida* Stein is one of the most abundant species collected from Xisha Islands, it was particularly suitable for morphological studies. Detail descriptions of the thecal morphology of *C. horrida* are presented here. Besides, descriptions of *C. bipes* (Cleve) Kofoid and *C. reticulata* Graham are also given. All species were collected from Xisha Islands from December, 1975 and January, 1976. They are recorded for the first time from the Chinese waters.

By comparison of the descriptions about plates of the ventral area given by Graham and Nie, the author agrees with Nie's opinion that the plate which borders the edge of the flagellar pore must be considered as the member of the ventral area series. The so called by Graham as postsingular 1'' is evidently a flagellar pore plate. Thus the thecal plate formula of *Ceratocorys* should be changed as: 1P, 3', 1a, 5'', 6G, 5''', 1P, 1''', 6V.