

海洋浮游硅藻类

金德祥 陈金环 黄凯歌 著

厦 门 大 学 生 物 学 系
华东海洋研究所生物研究室

上 海 科 学 技 术 出 版 社

11

序

海洋浮游硅藻在海洋中分布范围很广，适应性亦强。虽然世界各处的种类相差不多，但毕竟有其地理和季节的特点。为此，我們編写了我国海洋浮游硅藻的近年記錄，刊印成书，供有关同志参考。

浮游硅藻是我国沿海的主要浮游植物，数量的多寡是海区初級生产力的一个重要指标。它是海洋一切水生动物，特别是幼体的直接或間接的餌料，是食物鏈中一个不可缺少的基本环节。

我国沿海浮游硅藻的种类和分布的主要特点是：在南海和东海与黑潮暖流有着密切的关系，所以和印度尼西亚的爪哇以及日本南部的情况相似；在黄渤海主要有北温带的特点，所以和欧洲沿海相似。全国沿海还有强大的沿岸流，是我国沿海的另一个特点。

本书記述了我国沿海的主要种类。书中的插图除注明来源者外，均根据标本自繪；照片則全部摄自我們的材料。由于我国的海区辽阔广大，硅藻的种类极多，而我們采集的范围却仅限于沿海一带，因此，必然还有很多遺漏，有待今后补充。

本书編写时，由程兆第同志补充描述了几种硅藻，并做了校对工作；插图除图3由林均民同志描繪外，其余全由謝庆堂同志上墨；在广东沿海采集时，承广东省北海市、崖县、琼海县（琼东县）、阳江县、珠海县、潮阳县的水产机构和养殖场大力协助；青島栈桥12个月的样品系由山东海洋学院贈送；此外，在整个工作过程中，得到厦门大学和华东海洋研究所各級党政领导的鼓励和支持，我們在此表示衷心的感谢。

作 者 1964年4月于厦門

目 录

序 言	
第一章 緒論	1
第二章 硅藻的形态	4
細胞的外形 細胞壁 纵沟 节間带 細胞表面的突出物 細胞內容物	
第三章 硅藻的繁殖	13
間接分裂 增大孢子 小孢子 休止孢子 冬季的变态	
第四章 研究的基本方法	17
采集和保存 鉴定和制片	
第五章 硅藻的分类	20
硅藻門硅藻綱分目分科检索表	
圓心硅藻目 Centricae	
盘状硅藻亞目 Diacoideae	
直鏈藻科 Melosiraceae	22
直鏈藻屬 <i>Melosira</i> 圓箱藻屬 <i>Pyxidicula</i> 內网藻屬 <i>Endictyca</i> 明盘藻屬 <i>Hyalodiscus</i>	
圓篩藻科 Coscinodiscaceae	28
圓篩藻屬 <i>Coscinodiscus</i> 漂流藻屬 <i>Planktoniella</i> 小环藻屬 <i>Cyclotella</i> 輻輳藻屬 <i>Actinocyclus</i> 星脐藻屬 <i>Asteromphalus</i> 輻环藻屬 <i>Actinocyclus</i> 顧氏藻屬 <i>Gossleriella</i> 乳形藻屬 <i>Mastogonia</i>	
沟盘藻科 Aulacodiscaceae	57
沟盘藻屬 <i>Aulacodiscus</i>	
海鏈藻科 Thalassiosiraceae	58
海鏈藻屬 <i>Thalassiosira</i> 姜氏藻屬 <i>Lauderia</i> 旭氏藻屬 <i>Schroederella</i>	
骨条藻科 Skeletonemaceae	63
骨条藻屬 <i>Skeletonema</i> 冠盖藻屬 <i>Stephanopyxis</i>	
細柱藻科 Leptocylindraceae	66
指管藻屬 <i>Dactyliosolen</i> 細柱藻屬 <i>Leptocylindrus</i> 几內亞藻屬 <i>Guinardia</i>	
棘冠藻科 Corethronaceae	69
棘冠藻屬 <i>Corethron</i>	
輻杆藻科 Bacteriastraceae	71
輻杆藻屬 <i>Bacteriastrum</i>	
管状硅藻亞目 Solenoideae	
根管藻科 Rhizosoleniaceae	79
根管藻屬 <i>Rhizosolenia</i>	
盒形硅藻亞目 Biddulphioidae	
角毛藻科 Chaetoceraceae	95
角毛藻屬 <i>Chaetoceras</i>	

盒形藻科 Biddulphiaceae	148
盒形藻属 <i>Biddulphia</i> 三角藻属 <i>Triceratium</i> 中鼓藻属 <i>Bellerochea</i> 半管藻属 <i>Hemiaulus</i> 角管藻属 <i>Cerataulina</i> 角状藻属 <i>Cerataulus</i> 双尾藻属 <i>Ditylum</i>	
弯角藻科 Eucampiaceae	173
弯角藻属 <i>Eucampia</i> 梯形藻属 <i>Climacodium</i> 扭鞘藻属 <i>Streptotheca</i>	
舟形辐射硅藻亚目 Rutilarioideae	
半盘藻科 Hemidiscaceae	177
半盘藻属 <i>Hemidiscus</i>	
羽纹硅藻目 Pennates	
无纵沟硅藻亚目 Araphidineae	
脆杆藻科 Fragilariaceae	180
星杆藻属 <i>Asterionella</i> 针杆藻属 <i>Synedra</i> 海毛藻属 <i>Thalassiothrix</i> 海綫藻属 <i>Thalassionema</i>	
平板藻科 Tabellariaceae	187
斑条藻属 <i>Grammatophora</i> 楔形藻属 <i>Licmophora</i> 梯楔形藻属 <i>Climacosphenia</i> 条 纹藻属 <i>Striatella</i> 杆綫藻属 <i>Rhabdonema</i>	
单纵沟硅藻亚目 Monoraphidineae	
穹杆藻科 Achnantheaceae	191
穹杆藻属 <i>Achnanthes</i> 卵形藻属 <i>Cocconeis</i>	
双纵沟硅藻亚目 Biraphidineae	
舟形藻科 Naviculaceae	193
舟形藻属 <i>Navicula</i> 双壁藻属 <i>Diploneis</i> 花舟藻属 <i>Anomooneis</i> 粗纹藻属 <i>Trachyneis</i> 布纹藻属 <i>Gyrosigma</i> 曲舟藻属 <i>Pleurosigma</i> 茧形藻属 <i>Amphiprora</i> 月形藻属 <i>Amphora</i> 龙骨藻属 <i>Tropidoneis</i>	
菱形硅藻亚目 Nitzschioidae	
菱形藻科 Nitzschiaceae	201
菱形藻属 <i>Nitzschia</i>	
双菱硅藻亚目 Surirelloideae	
双菱藻科 Surirellaceae	209
双菱藻属 <i>Surirella</i> 马鞍藻属 <i>Campylodiscus</i> 折盘藻属 <i>Tryblioptychus</i> 足囊藻属 <i>Podocystis</i>	
第六章 硅藻的分布概要	215
参考文献	221
学名索引	223
地理分布一览表	229



第一章 緒 論

硅藻是具有色素体的单細胞植物，細胞壁富含硅质，多数生活在海洋和淡水中，只有少数种类分布于潮湿的泥土里。根据硅藻的栖息状态，可划分为底栖的和浮游的两类。浮游的一般沒有行动器官，它們只能随波逐流。底栖的因具纵沟，故能活动于水底。在近海的浮游生物群里，常杂有少量的底栖种类；在河口附近的海区，还有淡水种类出现。

在海洋中，除了沿岸的浅海地带带有高等藻类外，能够自制有机物的主要是浮游植物。浮游植物中大部分是浮游硅藻。浮游硅藻不但种类多，数量大，分布也广。它是浮游动物、贝类、鱼类以及須鲸类的直接或間接的餌料，是水域中动物机体的食物鏈鎖中的一个重要环节。因此，浮游硅藻的盛衰必然会影响到浮游动物、經濟鱼类和贝类的相应变化。漁场的位置，往往亦可根据这些微小的植物及其与动物的相互关系来决定的。

其次，有些浮游硅藻可作为海流的指标。在我国沿海，可以它来说明暖流、沿岸流以及径流的来龙去脉。从种类和数量的多少，还可以估計海流强弱。

此外，在硅藻的盛产季节，可否大量采集，直接或間接地加以利用，这是一个有希望的工作。如何培养大量硅藻作为海产动物幼体的餌料，也是一项重要的任务。

我国海区辽阔，南自南海，經台灣海峡、东海、黄海而北至渤海。自赤道区域附近（北緯4度），跨过亚热带至北温带（北緯40多度）。

我国各海区浮游硅藻的調查，最早是在香港进行的片段工作。1935年后，我国硅藻学者做过海洋浮游硅藻的調查研究，但在当时未能得到应有的发展。解放以后，在党的正确领导下，才开始比較系統的調查研究。在南方，由厦門大学生物系进行了福建、广东两省沿海硅藻的采集和分析；在北方渤海的鲐鱼漁场上，由水产部海洋水产研究所和中国科学院海洋研究所进行了角毛藻的調查研究。厦門大学生物系在过去几年的学生生产实习中，結合贝类养殖，分析了当地的浮游硅藻。1958年8~9月在福建沿海进行資源調查的时候，也进行了浮游硅藻的分析。1958年底又开始了全国海洋綜合調查工作，包括系統的、全面的浮游硅藻的研究工作，规模之大，是空前的。

海洋浮游硅藻在我国分类記錄，主要有下面几篇：

作者	年份	地点	种数
Laudar, H. S.	1864a	香港	2种
Lauder, H. S.	1864b	香港	12种
Greville, R. K.	1865	香港	9种
Aikawa, H. (相川广秋)	1930	台灣海峡	17种
Aikawa, H. (相川广秋)	1934	黄海	18种
金德祥	1937	厦門	81种

金德祥	1939a	青島	57 种
金德祥	1939b	山东和福建	105 种
Sproston, N. G.	1949	舟山群島	75 种
金德祥	1951	厦門及他处	181 种
李冠国	1954	青島	64 种
朱树屏、郭玉洁	1957	烟台, 威海	31 种

本书按照分类系統描述中国沿海的浮游硅藻, 并且记录該种在我国和世界各地的分布。有些种类还记录它的季节分布和数量变动。形态和研究方法主要围绕分类的需要而叙述。

关于我国沿海浮游硅藻的分布, 在广东和福建沿海, 以及浙江南部沿海, 浙江舟山外海, 其种类組成和季节高峰有着相似的特点。它們共同受到暖流的影响。因此, 在种类方面暖水种占据优势的位置。年高峰的主峰都出现在秋季, 而在春季有时有一小峰, 有时完全不表现出来。福建厦門多年的记录, 广东北部灣周年记录, 广东、福建沿海其他地区的记录, 以及舟山的片段记录, 都說明了以上的特点。

錢塘江、长江口以北直至鴨綠江, 則有北温带的特点, 春、秋季出现高峰。在 10 月和 11 月里, 暖流在我国黄海南部强大的时候, 也会把南方种类帶到黄海、渤海去。

本书对某些种类附有几个地区的季节分布记录, 供作参考。

本书主要材料来自福建和广东沿海, 并包括烟台和青島的一些零星材料。此外, 还綜合了浙江沿海、渤海鮎鱼漁場和山东青島的資料。

本书记录了我国沿海的浮游硅藻 228 种, 其中在我国首次记录者有下列 63 种; 其中注有双星号者为新种。

- Pyxidicula weyprechtii* Grunow 范氏圓箱藻
Endictyca oceanica Ehrenberg 大洋內网藻
Coscinodiscus bipartitus Rattray 有翼圓篩藻
Cos. anguste-lineatus A. Schmidt 狹綫形圓篩藻
Cos. divisus Grunow 多束圓篩藻
Cos. wailesii Gran et Angst 威氏圓篩藻
Cos. spinosus Chin, sp. nov.** 有棘圓篩藻
Actinocyclus stella var. *Thumii* A. Schmidt 色氏星形輻欄藻
Act. trilingulatus Brightwell 三舌輻欄藻
Act. hexagonus Grunow 六角輻欄藻
Asteromphalus elegans Greville 美丽星臍藻
Ast. cleveanus Grunow 克氏星臍藻
Actinocyclus roperi (Breb.) Grunow 洛氏輻环藻
Mastogonia heptagona Ehrenberg 七边乳头藻
Aulacodiscus margaritaceus Ralfs 珍珠沟盘藻
Thalassiosira pacifica Gran et Angst 太平洋海鏈藻
Bacteriastrum elongatum Cleve 长輻杆藻
Bact. elongatum var. *diversum* Ikari 异形长輻杆藻
Bact. mediterraneum Pavillard 地中海輻杆藻
Bact. comosum var. *hispida* (Castracane) Ikari 刚毛丛毛輻杆藻

Rhizosolenia cylindrus Cleve 圓柱根管藻
Rhiz. delicatula Cleve 柔弱根管藻
Rhiz. crassispina Schröder 厚刺根管藻
Rhiz. styliiformis var. *latissima* Brightwell 寬筆尖形根管藻
Rhiz. clevei Ostenfeld 克氏根管藻
Chaetoceros atlanticus var. *skeleton* (Schütt) Hustedt 骨架大西洋角毛藻
Chaet. atlanticus var. *neapolitana* (Schröder) Hustedt 那不勒斯大西洋角毛藻
Chaet. indicum Karsten 印度角毛藻
Chaet. decipiens f. *singularis* Gran 单独型并基角毛藻
Chaet. muelleri Lemmermann 牟勒氏角毛藻
Chaet. radicans Schütt 根状角毛藻
Chaet. didymus var. *anglica* (Grunow) Gran 英国双突角毛藻
Biddulphia heteroceros Grunow 异角盒形藻
Bidd. regia (Schultze) Ostenfeld 高盒形藻
Bidd. tuomeyi (Bailey) Roper 托氏盒形藻
Bidd. dubia (Brightwell) Cleve 可疑盒形藻
Triceratium favus f. *quadrata* Grunow 方型蜂窩三角藻
Tri. scitulum Brightwell 精美三角藻
Tri. pentacrinus Wallich 五角星三角藻
Tri. pentacrinus f. *quadrata* Peragallo 方型五角星三角藻
Tri. arcticum var. *japonica* Grunow 日本北冰洋三角藻
Tri. shadboldtianum Greville 謝氏三角藻
Hemiaulus indicus Karsten 印度半管藻
Hem. membranaceus Cleve 膜质半管藻
Cerataulina compacta Ostenfeld 緊密角管藻
Cerataulus turgidus Ehrenberg 膨突角状藻
Eucampia cornuta (Cleve) Grunow 角状弯角藻
Hemidiscus cuneiformis Wallich 楔形半盘藻
Synedra hennedyana Gregory 海氏針杆藻
Sy. pulcherrima Hantzsch 美丽針杆藻
Striatella unipunctata (Lyngbye) Agardh 单点条紋藻
Rhabdonema mirificum W. Smith 点状杆綫藻
Cocconeis pellucida Hantzsch 透明卵形藻
Navicula membranacea Cleve 膜状舟形藻
Anomoeoneis bohémica (Ehrenberg) Pfitzer 婆海密花舟藻
Pleurosigma aestuarii (Bréb.) W. Smith 伊氏曲舟藻
Tropidoneis maxima (Gregory) Cleve 大龙骨藻
Nitzschia longissima var. *reversa* Grunow 弯端长菱形藻
Surirella arabica Grunow 阿拉伯双菱藻
Campylodiscus Brightwellii Grunow 布氏马鞍藻
Camp. wallichianus Greville 威氏马鞍藻
Camp. biangulatus Greville 双角马鞍藻
Podocystis spathulata (Shadbold) van Heurck 佛焰足囊藻

第二章 硅藻的形态

本章的形态描述仅是为了分类,因此只谈到分类所需要的特征为止。

第一节 细胞的外形

硅藻的细胞形似小盒,由上、下两块组成。套在外面,形状较大的,称为上壳(epitheca)。套在里面,形状较小的,称为下壳(hypotheca)。壳顶和壳底,均称壳面(valve)或称为瓣。壳边称为相连带(connecting band)。上、下相连带总称为壳环或壳环带(girdle band),该面称为壳环面。壳面向相连带弯转部分,称为壳套(valve mantle)。

细胞的形状,主要有两种类型。一种为壳面圆形的圆心目,如圆筛藻属(*Coscinodiscus*);另一种为壳面长形的羽纹目,如舟形藻属(*Navicula*)。圆筛藻壳面圆形,纵轴(apical axis)和横轴(transapical axis)相等。舟形藻壳面长形,长轴称为纵轴,短轴称为横轴。从壳环面的形状来看两属都是长方形。在圆筛藻的纵轴或横轴的壳环面宽狭一致,而舟形藻的侧面则有宽有狭,宽的称为宽壳环面,狭的称为狭壳环面。从壳面的中点到另一壳面的中点,称为壳环轴(perivalval axis)。

圆心目除了圆筛藻以外,常见的还有两种类型的浮游硅藻。一种是根管藻属(*Rhizosolenia*),另一种是角毛-盒形藻(*Chaetoceros-Biddulphia*)。两类的共同特点是壳面左右侧扁,因此也有宽、狭壳环面的区分。此外,根管藻的壳环轴伸长,使细胞成为长形。不同于舟形藻的纵轴伸长而使细胞成为长形。所以,必须从上、下壳如何相联来理解它。角毛藻和盒形藻,壳环轴也相对地长些,因此在显微镜下通常看到的是宽壳环面,而狭壳环面和壳面的位置,要推动和翻转细胞,才能看到。

在圆心目的形态上还有许多变化:断面呈圆形的圆盘类。壳面鼓起呈半球形,如棘冠藻属(*Corethron*)。壳面扁平而壳环面呈长方形,如细柱藻属(*Leptocylindrus*)。壳环面呈楔形,如格氏圆筛藻(*Coscinodiscus granii*)。断面椭圆形的管状硅藻在形态上变化不大。而壳面较扁至多角形的盒形硅藻类则变化很多,主要区别在断面上。断面有接近圆形的,如圆柱角毛藻(*Chaetoceros teres*)。也有断面呈三角形的双尾藻属(*Ditylum*),以及三角形、四角形或五角形的三角藻属(*Triceratium*),甚至断面有非常扁平呈纸片状的扭鞘藻属(*Streptotheca*)。

羽纹目从壳面观多半呈长椭圆形、舟形和梭形。但两端常有弯曲,其弯曲有的向不同方向,如波罗的海布纹藻(*Gyrosigma balticum*),有的向同一方向弯曲,如桥穹藻属(*Cymbella*)。以上两种类型是纵轴向左右弯曲,但也有在壳环面弯曲使纵轴成“人”字形的,如穹杆藻属(*Achnanthes*)。或横轴成“人”字形的,如卵形藻属(*Cocconeis*)。

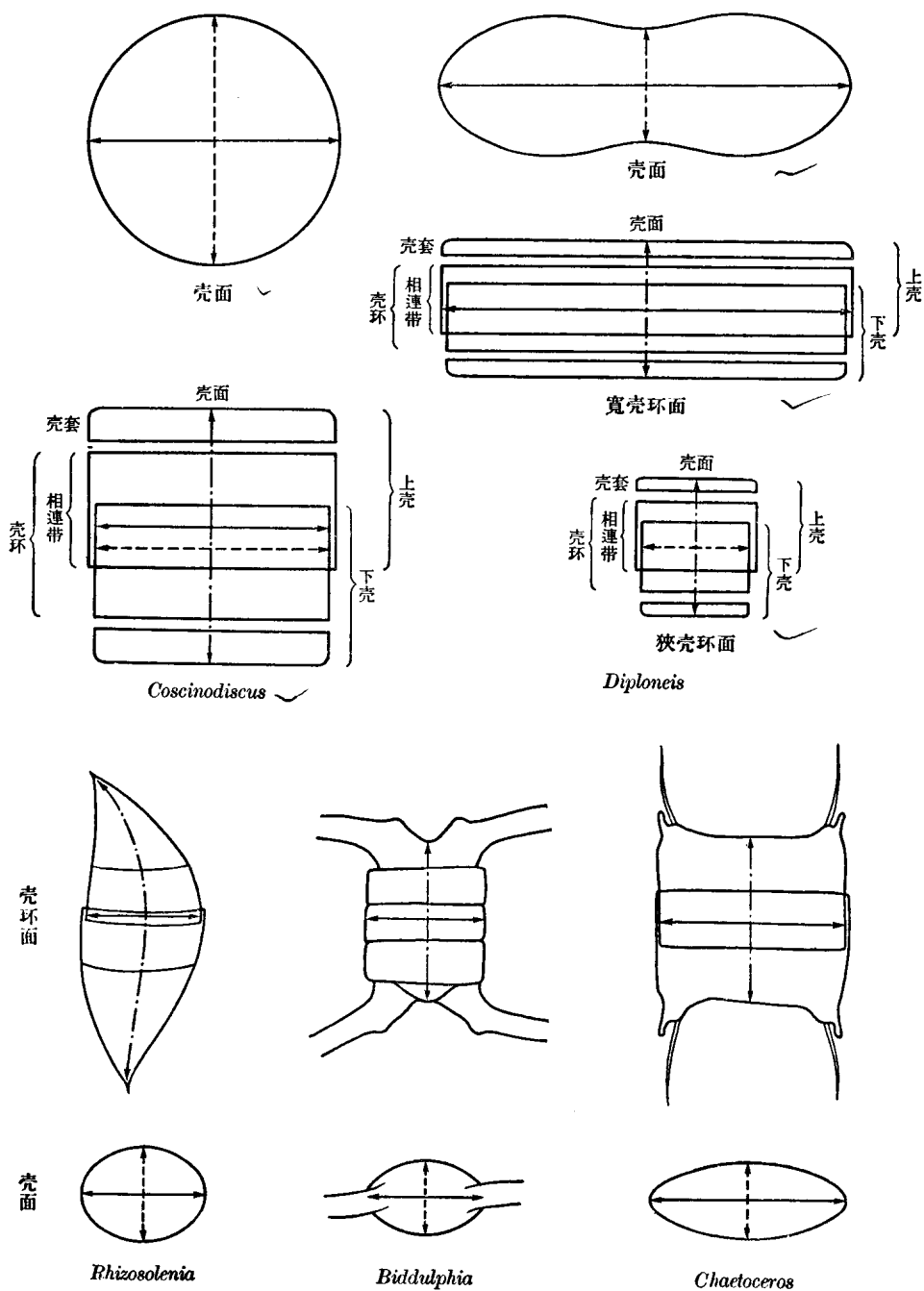


图1 海洋浮游硅藻的五种基本类型的纵轴 $\longleftrightarrow$ ，横轴 $\longleftrightarrow$ ，及壳环轴 $\longleftrightarrow$ 的方位图解

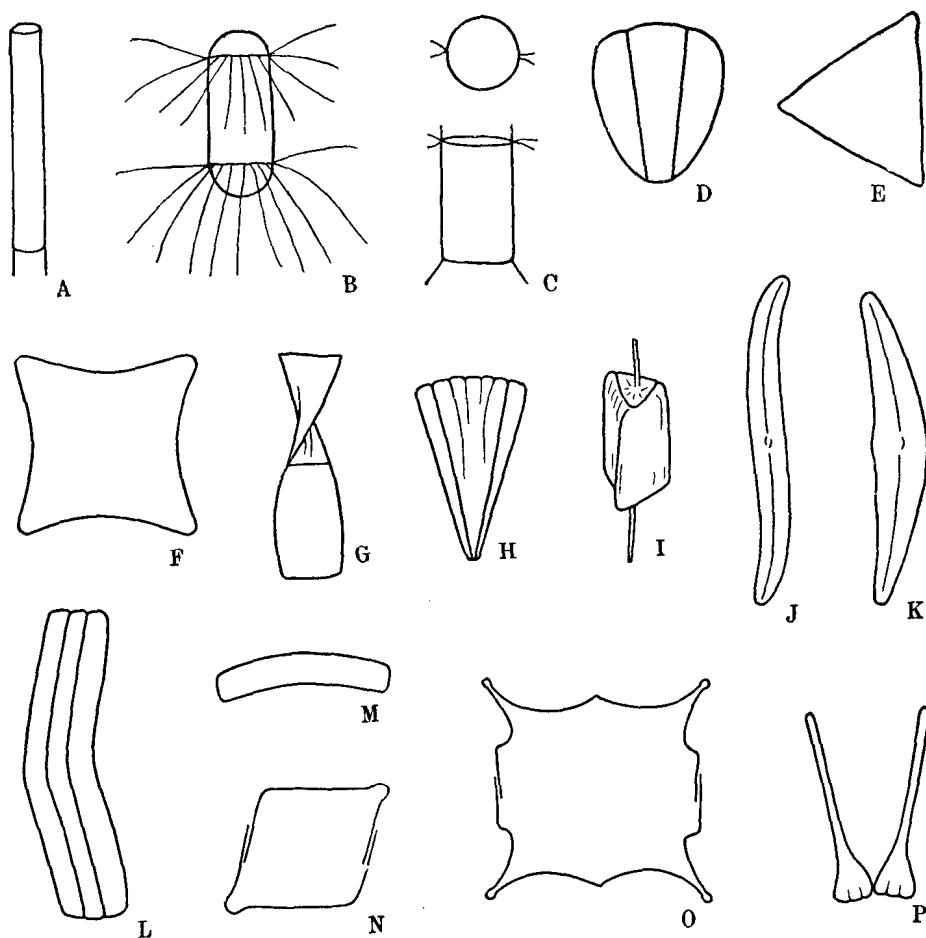


图2 海洋浮游硅藻其他类型的形态图解

A. *Leptocylindrus*; B. *Corethron*; C. *Chaetoceros leres*; D. *Coscinodiscus granii*;
E. *Triceratium*; F. *Triceratium*; G. *Streptotheca*; H. *Licmophora*; I. *Ditylum*;
J. *Gyrosigma*; K. *Cymbella*; L. *Achnanthes* 壳环面; M. *Cocconeis* 壳环面;
N. *Nitzschia* 横断面; O. *Surirella* 横断面; P. *Asterionella*.

在纵轴的两极，一般相似，但也有大小不同。壳面、壳环面均呈楔形，如短楔形藻 (*Licmophora abbreviata*)。仅在壳环面一端大和另一端小，呈楔形，如日本星杆藻 (*Asterionella japonica*)。本目的横断面一般为长方形，但也有呈菱形的如菱形藻属 (*Nitzschia*)，或双菱形的如双菱藻属 (*Surirella*)。

第二节 细胞壁

硅藻的细胞壁系指上壳和下壳，由硅质($\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$)^①和果胶质(pectin)组成。硅质壁在细胞壁的外面，而果胶质则紧贴硅质的里面。细胞壁厚的底栖种类，果胶

① 最近有人鉴定为 α 石英结晶，但还没有被其他人所证实。

质厚于硅质壁。在正常状态下,两者不能分辨,只有当使用氟氢酸溶去硅质后,果胶质才能看到。在細胞壁薄的浮游种类里,区分尤为困难。

↓硅质壁的厚度随种类而异,底栖种类厚些,浮游种类薄些。硅质壁厚,花紋不清楚时,可用强酸处理,溶去有机质,使壁上的花紋清楚。硅质壁薄的浮游种类,盖玻片也能把它们压坏;在細柱藻(*Cylindrotheca*)上,只要用一滴稀盐酸,就能把細胞壁溶去。个别种类如断鳞苞菱形藻(*Nitzschia palea*)可用人工培养出只有果胶质的个体。

硅质的細胞壁沒有顏色,但有些种类在顯微鏡下,会射出美丽的光彩,这是折光和反射的結果。

圓心目細胞壁上的花紋基本上是六角形^①,如星臍圓篩藻(*Coscinodiscus asteromphalus*)。形成花紋的原因是細胞壁向內部凹入,成为很多小室。小室的外面有一层硅质薄膜,膜內滿布着許多小穴,从壳面观呈现許多小点。小室的內面又有一层硅质薄膜,在膜的中央有一圓形大孔。因此,在顯微鏡下观察时,不同的焦点上会呈现不同的形态,首先看到小点的薄膜,向下轉看見明确的六角孔紋,再下层则看到圓形的內膜大孔。在六角形孔紋的交接处,有壳面和外界相通的微細小孔,称真孔。

在蜂窝三角藻(*Triceratium favus*)上,也具有六角形的孔紋。但是它的构造和星形圓篩藻不同。小室的內面有小穴状的硅质薄膜,而在小室的外面薄膜上,却有一个中央大孔和外界相通。所以它的花紋是向外凸出,而星形圓篩藻是向內凹入。微小真孔的位置,則两者相同。

但也有花紋简单、无小室、只有微細的真孔和外界相通的,如尤氏直鏈藻(*Melosira juergensii*)。

圓心目壳面的孔紋,都是輻射对称排列的。

羽紋目細胞壁上的花紋比較简单,主要是点紋。点紋有粗有細,它們常常紧密地靠近,連成一条直綫状,称为点条(striae)。每一小点是細胞壁外侧或內侧的小穴,和外界不通,如双壁藻(*Diploneis*)的点紋。羽紋藻(*Pinnularia*)具有粗大的內凹小穴,連成条状的肋紋。肋条中空,其外侧一般认为不具小孔,和外界不通,但它的內侧則有明显的橢圓形大孔。在网眼藻(*Epithemia*),点紋也是細胞壁內侧的凹穴,在小点四周还有四个斜列的微孔(微細的真孔)和外界相通。此外,曲舟藻(*Pleurosigma*)的花紋是多边形的小室,小室的內、外侧各有一个很小的微孔,和內外相通,所以壳面很象一个小篩。布紋藻(*Gyrosigma*)点紋构造与曲舟藻相似,不同的只是小室呈方形。

羽紋目壳面的点紋都是左右对称排列的。

微孔除了上述以外,有些种类壳面四周有一圈微孔。这些微孔能分泌胶质綫,有支持漂浮的作用。細胞連成鋸齒形或星形的种类,它們的胶质是由末端的微孔所分泌,例如美丽盒形藻(*Biddulphia pulchella*)和尖刺菱形藻(*Nitzschia pungens*)。

有的圓篩藻的壳緣还有耳状突起,每壳只有两个,相距 120° 左右,称真孔,也是和外界相通的地方。

^① 孔紋和点紋的大小,都以每 10 微米內有几个孔或几个点来計算。假使孔的形状很大,才用孔的直径来計算(1 微米 = 1/1000 毫米 = 1/25000 吋, 1 cdm = 10 微米)。

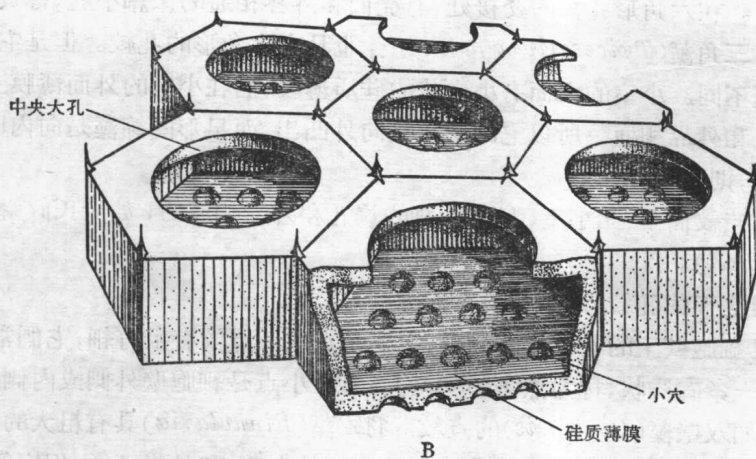
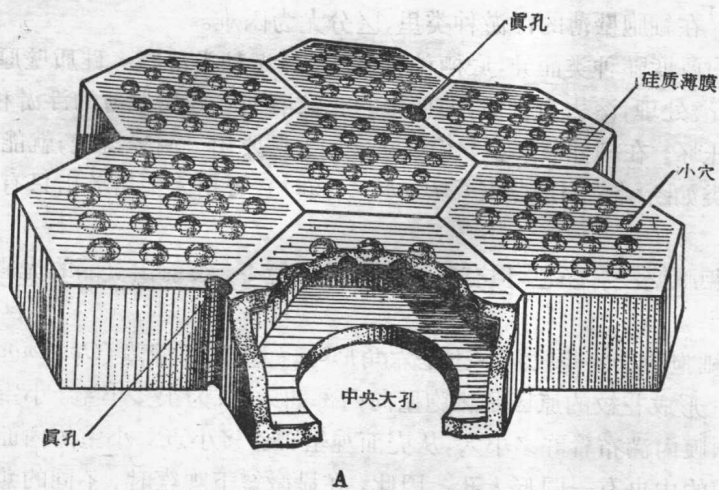


图3 两种圆心目硅藻的孔纹图解
A. *Coscinodiscus astermphalus*; B. *Triceratium favus*

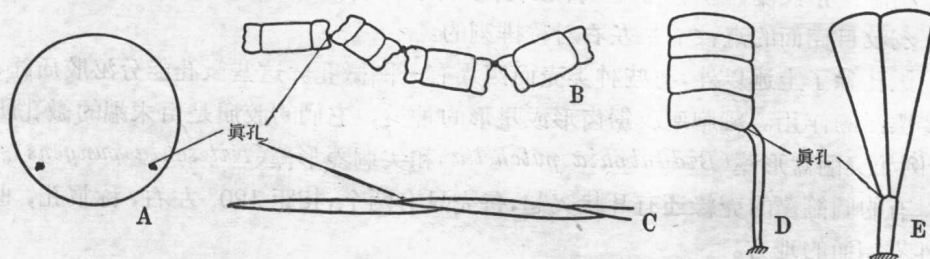


图4 几种硅藻的微小真孔
A. *Coscinodiscus*; B. *Biddulphia obtusa*; C. *Nitzschia seriata*; D. *Achnanthes*; E. *Licmophora*

第三节 纵 沟

纵沟是羽紋目細胞壁上的一个重要构造。凡具有纵沟的种类都能行动，能行动的种类必有纵沟。虽則目前无法直接看到如何行动，但从它周围液体的流动形态来推测，纵沟是行动器官。

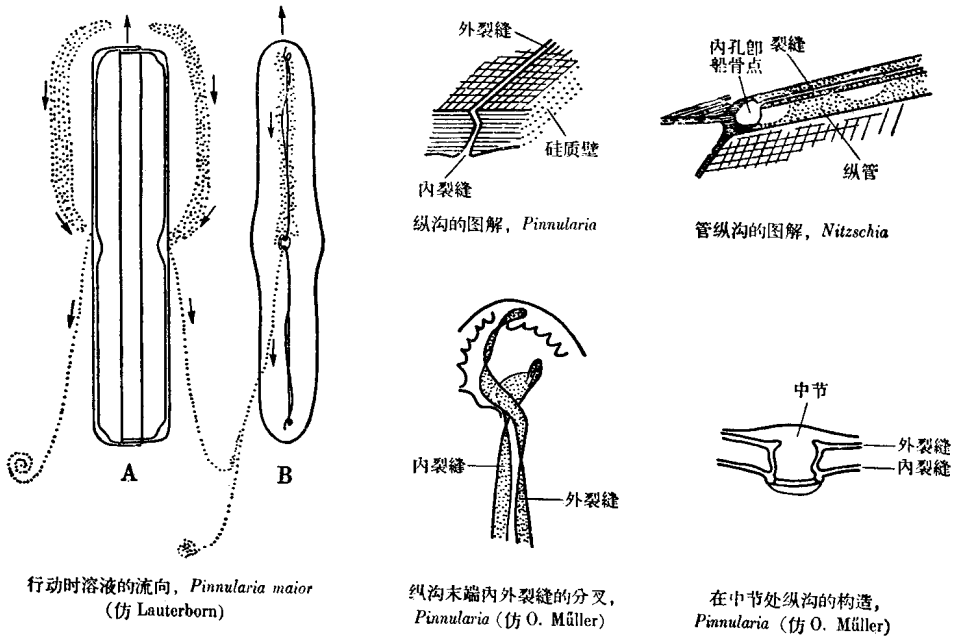


图5 羽紋硅藻目的纵沟(A)、管纵沟(B)图解

纵沟在壳面的中綫上。从壳面的断面来看呈“>”形，向外的裂縫称为外裂縫，向內的称为內裂縫。外、內裂縫相遇处很狹。外、內裂縫在細胞的末端分开，并圍繞着壳面向內增厚的端节。外裂縫通到壳面中央，因受到向內增厚的中节阻挠，而繞着中节的一側弯轉。內裂縫到中央中节处則中断而向上弯，和該处的外裂縫相連接。从壳面观察，可见两个发亮的中央小孔在中节的前后两端。这种纵沟，存在于极大多数的羽紋硅藻目里，但也有因为長時間过固着生活，使纵沟消失一条，如穹杆藻；或完全消失，如楔形藻；也有再度过浮游生活而消失纵沟的，如日本星杆藻。

中节和端节都是壳面硅质向內加厚部分，有加强裂縫部分細胞壁强度的作用。中节有的向橫扩张而成側节。端节一般呈半球形，但也有长形，位于細胞中央綫之两端。

在菱形藻和双菱藻里，纵沟呈管状，称为管纵沟。管纵沟存在于船骨突里。船骨突在壳面的位置不一，因此管纵沟的位置也不一致，一般在壳的一緣，象船底的龙骨那样向外突出，起支持作用。管纵沟的构造，向外有一条纵裂的狭裂縫，向內則有一列大孔和内部相通，每一大孔就是一个船骨点。有船骨突的种类一般沒有中节和端节，但少数种类还有残留遗迹。

第四节 节 間 帶

节間帶(intercalary band, copulae)是壳环面細胞壁的一些特殊构造,亦即壳面和相連帶之間的次級相連帶。凡壳环軸較长的种类,都有节間帶。具加强細胞壁的作用。节間帶数目不定,在念珠梯楔形藻(*Climacosphenia moniliger*)只有一个,平板藻(*Tabellaria*)有两个或两个以上,杆綫藻(*Rhabdonema*)有28个。在葵氏藻(*Lauderia*)、旭氏藻(*Schroederella*)、几内亚藻(*Guinardia*)也有明显的节間帶,特别显著的是根管藻。

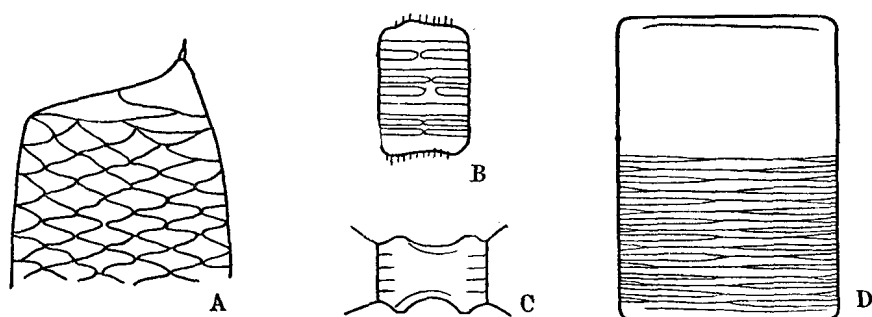


图6 几种硅藻节間帶的形状

A. *Rhizosolenia castracanei*; B. *Lauderia annulata*; C. *Chaetoceros costatus*; D. *Rhabdonema*

节間帶的花紋大致有两类:鱼鳞状的如卡氏根管藻(*Rhizosolenia castracanei*);环状或領状的如环形葵氏藻(*Lauderia annulatus*)和中肋角毛藻(*Chaetoceros costatus*)。此外,在鳞紋或环紋之間的細胞壁上,还有一定排列的小点紋。

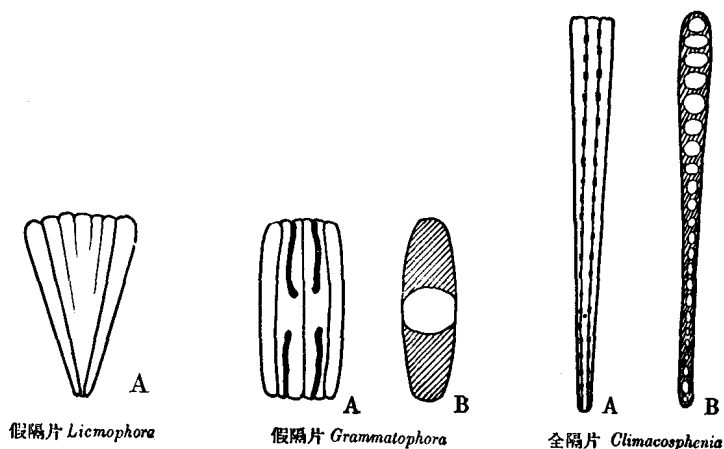


图7 几种类型的隔片

A 壳环面; B 壳面

节間带的細胞壁有的向細胞內部伸展成为片状,称为隔片(septum)。通常隔片和壳面平行。隔片有从一极向內伸延,如扇形藻;也有从两极向中央伸延,如斑条藻(*Grammatophora*)。这两类隔片的另一端都是游离,称为假隔片。此外,还有从細胞的一端通到另一端,称为全隔片或真隔片,如梯楔形藻。在假隔片上有的种类具有大孔或无,而在全隔片上,一定具有大孔,否則,細胞內部就不能相通。隔片具有增强細胞壁的作用。

第五节 細胞表面的突出物

硅藻細胞壁的向外伸展有突起和刺毛,有的还有胶质块或胶质綫向外突出。它們具有增加浮力和相互連接的作用。

1. 突起。是細胞壁向外的头状突出物。例如盒形藻、弯角藻(*Eucampia*)和翼根管藻(*Rhizosolenia alata*)。前两属靠突起相互連接,后者的突起可以插入邻胞,有連接的作用。突起有短有长。两个細胞的突起相互連接,其間的空隙,称为胞間隙。胞間隙的形状有扁椭圆形,椭圆形,圓形,方形,六角形,以及长椭圆形。

2. 刺。刺也是細胞壁向外的突出物,一般形状細而不长,末端尖。刺的数目多少不一,皆不能动。最粗大的刺如双尾藻,中等的刺如盒形藻,較小的刺如圓篩藻的緣刺和大西洋角毛藻(*Chaetoceros atlanticus*)的壳面中央刺。在根管藻的刺基两侧,还有翼状突出。有时刺排列成圈,在壳的四周,如豪猪刺冠藻(*Corethron hystrix*)。

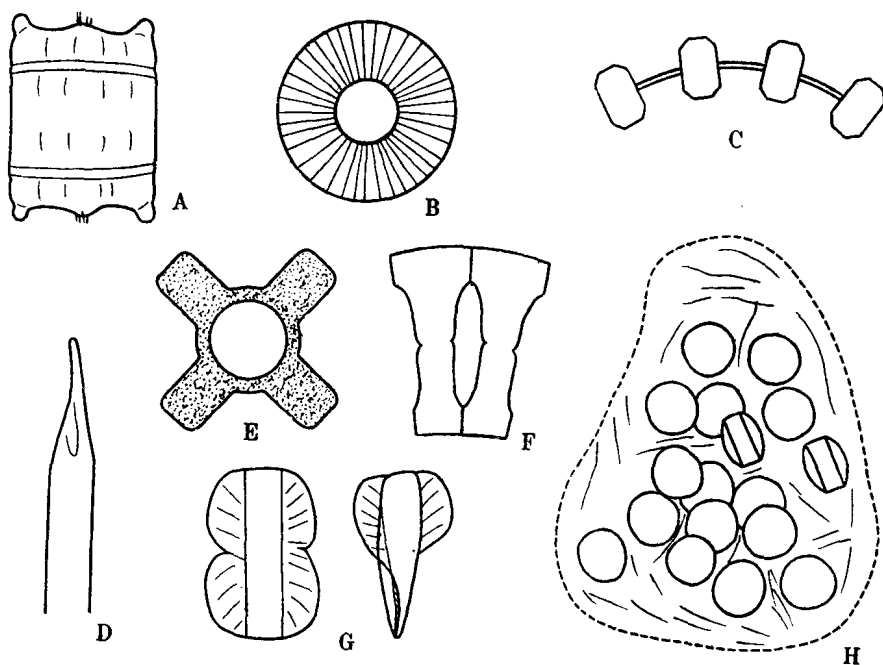


图8 几种硅藻細胞表面的突出物

A. *Biddulphia*; B. *Planktoniella*; C. *Thalassiosira nordenskiöldii*; D. *Rhizosolenia alata*; E. *Coscinodiscus bipartitus*; F. *Eucampia*; G. *Amphiprora*; H. *Thalassiosira subtilis*

3. 毛。較細長的突出物称为毛。主要代表种类是角毛藻，毛的长度常大于細胞的直径几倍。有的种类，在粗毛里还具色素体。这是和刺的最大区别点。在毛上还有小刺和各种纵横花紋。角毛常和邻角毛相連接，其間的空隙，亦称胞間隙。

4. 膜状突起。在太阳漂流藻(Planktoniella sol)的四周有膜状突起，膜上具有整齐美丽的肋条，起支持和漂浮作用。在壳面有波紋状突起，如茧形藻(Amphipora)。

5. 胶质突出物。細胞間依靠中央的胶质綫相連。如諾氏海鏈藻(Thalassiosira nordenskiöldi)，这种胶质綫很坚固，一般移动不会折断。有的种类在壳的四周或壳环面的位置分泌翼状胶质，有助于漂浮。翼的数目有三个，四个，五个，六个，甚至少数个体的整圈繞成翼状，如有翼圓篩藻(Coscinodiscus bipartitus)。还有一些种类它們包埋在自己分泌出来的胶质块內。这种胶质是从細胞末端分泌出来，起連接作用(在前面微孔构造一节中已經談过)。

第六节 細胞內容物

硅藻細胞內容物的构造，和普通的植物細胞相似。細胞核常在細胞的中央，用甲基蓝(methylene blue)或尼罗蓝(Nile blue)的稀溶液染色，就很容易看到。但是在液泡很大的細胞里，細胞核会被挤到細胞的一側。

在細胞质里有色素体，营寄生生活或腐生的种类除外。色素由叶綠素(chlorophyll)和藻黄素(phycoxanthin)組成。因为組成的比例不同，所以色素体的顏色亦不相同。有黄色、棕黄色、橄欖色或青色。

色素体的形状不一。有粒状，片状，叶状，带状，分枝状或星状。一般分布在細胞本体，但也有分布到角毛內的。其排列情况有成行排列或不規則排列。数量的多少，也是随种类而异，从一个至数百个不等。一般数量多的，色素体的形状小；数量少的，則色素体的形状大。

色素体經光合作用以后，能造成如下的营养物质：

(1) 油点(脂肪)：是硅藻細胞內常有的貯藏物质，尤其是羽紋硅藻目更常见。在显微镜下观察，呈球形，光亮透明。

(2) 蛋白核(pyrenoid)：在色素体内或色素体边緣，呈圓形，数量通常一个。朱树屏等(1957)記載即称之为核样体。

(3) 淀粉粒：常存在于蛋白核的外围，呈小顆粒状，經碘液处理后，成为棕色。

第三章 硅藻的繁殖

硅藻繁殖最普通的方法是細胞的間接分裂。当細胞分裂到形状最小时，原生质即离开母細胞而成为增大孢子，然后再进行間接分裂。在环境变化較大时，会在細胞內組成厚壁細胞，称为休止孢子。待环境恢复正常的时候，从孢子內溢出，再进行間接分裂。此外，还出现小孢子生殖，但在什么情况下产生小孢子，因为例証不多，还不能很好地說明原因。

第一节 間 接 分 裂

硅藻最常见的繁殖方法，是細胞的間接分裂，也就是有絲分裂。細胞核和細胞质的分裂方法和普通的植物細胞分裂相一致。在临分裂之前，相連帶拉得长些，在細胞核分裂完毕后，两核即靠近中央，然后在两核之間产生两个下壳，出现壳面，产生相連帶。初生的新壳，細胞壁很薄，后来逐渐加厚，和母壳的厚薄相等，最后长出刺和毛，形成完整的两个个体。圓心目和羽紋目的硅藻，这些过程基本相似。

在这种分裂过程中有两点值得提出。

(1) 細胞大小的变化，也就是壳面的大小变化。硅藻是由上壳和下壳組成的，上壳在外，下壳在內，象个套箱(第二章已經讲过)。新壳都是长在里面，也就是母上壳內生了一个新下壳，这个新細胞和母体等大。母下壳內也生了一个新下壳，而母下壳却轉变为新細胞的上壳，也就是外壳。这个轉变过来的上壳，比母細胞的上壳，小两层相連帶的厚度。所以第二个新細胞比母細胞要小些。一次又一次的分裂，会逐渐地产生一些小的个体，其中只留有一个与母細胞大小相当的个体。它們是算术級数的关系。

	A	B	C	D	E	F	G
母細胞	1	—	—	—	—	—	—
第一代	1	1	—	—	—	—	—
第二代	1	2	1	—	—	—	—
第三代	1	3	3	1	—	—	—
第四代	1	4	6	4	1	—	—
第五代	1	5	10	10	5	1	—
第六代	1	6	20	40	20	6	1

(A最大, B次之, C又次之……)

因此可以在一定時間內，計算縮小的数字来决定硅藻繁殖的速度，特別在电子显微鏡发明以后，对計算細胞大小和細胞壁厚薄，更加有利。在細胞成鏈的情况下，即可从鏈上观察上、下壳的位置和大小，因为上壳一定在两端，它們的关系如下：