

黄成彦 刘师成 程兆第 毛毓华 著

中国

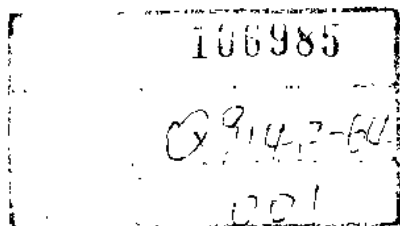
湖相化石

硅藻图集



海洋出版社





国家科学技术学术著作出版基金
厦门大学吕振万书籍出版基金 联合资助出版

中国湖相化石硅藻图集

黄成彦 刘师成 程兆第 毛毓华 著



石油0107328

SY42 / 11



海洋出版社

1998·北京

内 容 简 介

本书是我国第一部湖相化石硅藻图集。它汇集了我国 14 个省、市、自治区境内 30 余个湖相沉积物中(主要是硅藻土沉积)分析所得的部分硅藻化石,计 44 属,323 种(包括变型、变种、亚种、相似种和未定种),共 1 145 张照片,其中扫描电镜照片 801 张、光学显微镜照片 344 张,共同组成了 104 个图版。

本书可供从事藻类学、环境监测、微体古生物学、仿生学、硅藻土厂矿和使用硅藻土产品的企业中有关人员参考。

责任编辑 庄一纯
封面设计 郭子芳

图书在版编目(CIP)数据

中国湖相化石硅藻图集/黄成彦等著. - 北京:海洋出版社,
1998.5

ISBN 7 - 5027 - 4486 - X

I. 中… II. 黄… III. 湖相 - 化石 - 硅藻门 - 中国 - 图集
IV. Q914.8 - 64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 03653 号

海洋出版社 出版发行

(100081 北京市海淀区大慧寺路 8 号)

中国文联印刷厂印刷 新华书店发行所经销

1998 年 6 月第 1 版 1998 年 6 月北京第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 10.5

字数: 250 千字 印数: 1 - 500 册

定价: 45.00 元

海洋版图书印、装错误可随时退换

厦门大学吕振万书籍出版基金

“厦门大学吕振万书籍出版基金”是由吕振万先生捐资 100 万港币创立的，用于资助厦门大学教师出版他们的专著及优秀教材。

吕振万先生 1924 年出生，祖籍福建省南安市水头镇。1945 年毕业于中国朝阳大学（现中国人民大学）经济系，攻读经济学与法学。毕业后赴海外开拓事业，取得巨大成功。他不仅事业有成，而且在经济学及工商管理学学术上具有独特的理论见解，体现了现代大企业的先进管理思想，立有专著，发表了不少很有深度的文章。被聘为厦门大学 and 中国人民大学客座教授。

吕振万先生热爱祖国，热爱家乡，改革开放伊始，他就率先回国投资，先后在国内创办了 30 家现代化企业和成片的综合开发区，潘龙开发区的成功就是个典范。

吕振万先生不仅是一位兼有现代化企业管理理论和管理艺术的企业家，而且不忘造福社会。他很重视企业管理和经济效益，但他更重视人才和关心教育事业，在福建省捐资近 1 亿港币，为教育事业作出了重大贡献。

著者 Authors

黄成彦, 毛毓华: 地质矿产部地质研究所, 北京 100037

Huang Chengyan, Mao Yuhua: Institute of Geology, Ministry of Geology and Mineral Resources, PRC. Beijing 100037

刘师成, 程兆第: 厦门大学生物学系, 福建省厦门市 361005

Liu Shicheng, Cheng Zhaodi: Department of Biology, University of Xiamen, Xiamen 361005, Fujian.

前 言

在地球上凡有水滞留的地方(小至由雨水积聚成的小水坑,大至约占地球表面 71% 的海洋),几乎都能见到硅藻的踪迹。当这些水体属性有所改变时,生活在这些水体中的硅藻群体就会发生相应变化——繁盛、衰亡或为新的硅藻群体所替代。这一特性已成为如今对江、河、湖、海水质量监测和探讨湖泊的演替的一种很重要的手段。

在硅藻中,有的种类在适宜的生态环境下,4 小时就能分裂(繁殖)1 次。一个藻体在 10 天内产生的新的个体可达 10 亿个之多。因硅藻壳体的外壁主要由非晶质 SiO_2 二氧化硅组成,所以由这些硅藻遗骸沉降到水底后就会被保存下来。在特定的条件下,这些微小的壳壁会积累成几厘米,甚至几十米厚的硅藻土层,组成一种质轻、多孔、化学性能稳定的有较高经济价值的矿产资源。

从这些沉积物中分析所得的硅藻遗骸群体,为探讨这些沉积物形成时期的古生态、古地理、古环境和古气候提供科学依据。

我国化石硅藻研究起始于 1962 年,当时国内唯一的一本中文专业参考书是华汝成翻译、久保清治撰写的《浮游矽藻类》,其他几本专业参考书都是外文,这些参考书中的插图几乎都是手绘的。这对初学者来说无疑有较大困难,难以做到“一目了然”。

此后,在有的资料中刊有透射电镜下拍摄的硅藻壳壁的照片,但因当时对硅藻专业知识掌握少,加上对透射电镜照片的特性缺乏了解和受条件所限,在一定程度上影响对这一专业知识正确理解和应用。70 年代初,在国外一些期刊中刊有应用扫描电镜对硅藻壳体和硅藻壳壁拍摄的照片。这些照片不仅使我们对硅藻形貌有较清楚的三维立体感认识,同时对壳壁上的纹饰的织式也有了较全面的理解。此后,国外硅藻学者通过扫描电镜对硅藻壳壁的深入研究,发现在有孔硅藻壳壁(中心纲)上有两种特有的凸起——支持突和唇形突。这一发现对硅藻分类学起着积极促进作用。

从 1974 年开始,我们在带有扫描装置的 JSM-35 仪器上对我国少数硅藻种类进行观察、照相,因受条件所限,收获不大。

1980 年起,我们开始使用 S-450 扫描电镜对我国一些地区的化石硅藻的形貌和壳壁微细结构进行较广泛和较仔细的观察、照相、比较。对硅藻壳壁上的某些超微结构方面(如直链藻属的 H 壳套、环沟和颈的组成和连接小刺等)有新的发现和新的认识。20 多年来,先后拍摄了 4 000 余张扫描电镜照片,除一部分已在有关文章中发表外,大多数照片未能进行系统整理。

在当今硅藻形态研究中,有两本学术水平较高和具代表性的图集:一本是由 A. Schmidt 等人从 1874 年开始编著的《Atlas der Diatomaceen - Kunde》——《硅藻图谱》。到 1959 年,共出版了 472 幅图版,汇集了世界上数千种(包括变种、变型和未定种)硅藻形貌图,其中绝大部分是手绘的;另一本是从 1953 年起,由各国硅藻学者汇编的《Diatomeenschalen Im Elektronenmikroskopischen Bild》——《电子显微镜下的硅藻壳壁》。到 1989 年,见到了第 11 集,内中刊载了由透射电镜和扫描电镜拍摄的可达百种硅藻照片。

这两本图集对我国藻类专业和相关专业人员来说有两个难点:一是价格昂贵。如《硅藻图谱》,在 50 年代末,每套书价就需 2000 多美元;其次是资料都是国外的,这对初学者来说尤为困难。

1965 年以来,我国已出版了 9 部与硅藻学有关的专著,但绝大多数是涉及海洋硅藻,胡相化《硅藻图集》则属空白。以扫描电镜照片为主的湖相化石硅藻图集此为首部,在国外也尚未见到。

在我国新第三纪以来的沉积盆地中,湖相沉积占主要。特别是硅藻土矿(包括硅藻土类沉积矿

积)几乎全属湖(河)相沉积。为此,将现有湖相化石硅藻图片汇集成册是有其现实意义的。

本图集汇集了我国吉林、山东、山西、陕西、河北、内蒙古、浙江、广东、海南、云南、四川、青海、西藏和北京市等 14 个省、市、自治区,30 余个湖相沉积物中分析所得的 323 种硅藻壳体(包括本种、变种、变型、相似种和未定种)的 1 145 张照片,其中 801 张是扫描电镜照片占照片的总数的 70%。每个种附有生态特性、在我国的分布和所属地质年代。

希望通过本图集,使读者对我国湖相化石研究现状和湖相化石硅藻的概貌有一个简要的了解,对从事硅藻专业人士有所帮助。同时希望通过这些图片所反映的一些特征,如:硅藻壳体的外形、壳壁的超微结构、壳体之间相互连接方式,壳壁上由小孔组成的千姿百态图形等等也能使从事其他专业的人士从中得到收益。

受各种条件和我们水平所限,在本书的内容、编排方式、文字处理上难免有遗漏和错误,敬请批评、指正。对本书在编写、出版过程中给予支持和帮助的同仁、朋友们致以衷心感谢

目 录

前 言

扫描电镜下样品的制备与观察	1)
一、扫描样品的制备与注意事项	1)
二、对硅藻壳壁上某些结构的认识	3)
硅藻门(Bacillariophyta)分属检索表	6)
属种简述	9)
参考文献	48)
英文摘要	51)
种名索引	52)
图版及(图版)说明	61)

Contents

Preface

Preparation and Observation of Specimen Using SEM	(1)
I .Preparation of SEM Specimen and Some Points for Attention	(1)
II .Some Thoughts About the Structures on Diatom Cell Wall	(4)
Examine Table of Bacillariophyta	(6)
Brief Introduction of Diatom Genera and Species	(9)
References	(48)
Abstract in English	(51)
Index to Species	(52)
Plates and Explanations	(61)

扫描电镜下样品的制备与观察

由硅藻壳壁上细孔排列方式的变化而构成的千姿百态图形,不仅使从事硅藻学研究的专业人员感到惊叹,为其“迷恋”,对一些初次见到这些“精雕细刻”的“艺术作品”也为此赞叹不已。

由于硅藻壳体一般只有 10 多微米至几十微米,排列在这些壳壁上的细孔显得尤为细小,所以常被光学显微镜生产厂家以其产品拍摄到的美丽硅藻外形和壳壁上清晰的细孔照片作为其产品质量的“证书”。当透射电镜和扫描电镜以商品进入市场后,各厂家同样也常以其产品拍摄的硅藻壳壁上的细孔内的清晰的微细结构和立体感很强的照片作为该仪器性能的广告“推销员”。

扫描电镜是通过加速电压电子束冲击被观察物体的表面产生的二次电子,由仪器内相关部件将此信号转为图像显示在荧光屏上。科研人员按其所需进行观察、选择,将其摄成照片,以供研究所用。这在当今硅藻学(特别是硅藻分类学)研究中是一种十分重要的手段。

一、扫描样品的制备与注意事项

由于扫描电镜的售价较为昂贵,仪器使用过程又需配以相应的费用[喷镀(通常采用金)、水、电、胶卷等],因此所需费用也较高。如何做到在最短时间内拍摄到理想照片是每个科技人员关心的一个现实问题。现将我们进行扫描电镜工作 20 多年中的一些经验和体会记述于下。

1. 材料

制备扫描电镜观察样品需要的材料:洗净的盖玻片(18mm×18mm 较为适宜)、酒精灯、火柴、搁置烘烤盖玻片用的小铁架(或恒温加热台)、绘图墨水、细玻璃棒、细长解剖针、蒸馏水、试管架和笔记本等。

2. 观察前准备工作

将已选定要进行扫描的样品顺序分别放入试管架,再把洗净的盖玻片放在小铁架的平板(或恒温加热器)上,用滴管在每片盖玻片上点上 2~3 滴蒸馏水。从试管架上取下盛有样品的试管,根据试管内所见硅藻壳体量的多少加入不等量的蒸馏水,随后用细玻璃棒将样品和蒸馏水充分搅匀。取出搅拌用的细玻璃棒轻轻移入已置有蒸馏水的盖玻片中,使粘有样品的细玻璃棒上硅藻壳体移入盖玻片上的蒸馏水中。操作结束后,将细玻璃棒放回原试管内。这时点燃小铁架下的酒精灯(或接上恒温加热器的电源)进行加热,直至盖玻片上的蒸馏水全部蒸发掉为止。

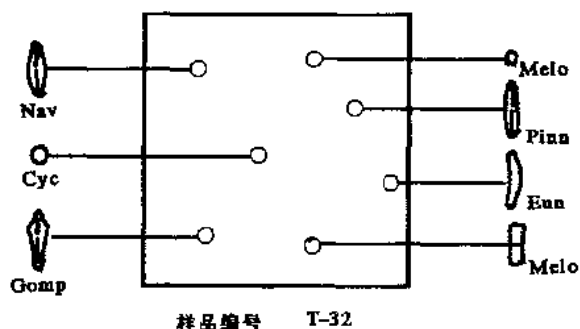
在此操作过程要注意的事项:①必须用细玻璃棒将试管内的样品与蒸馏水充分搅匀,以使所取样品有代表性;②必须在盖玻片上先滴上蒸馏水后,再将粘附在细玻璃棒上的样品与盖玻片上的蒸馏水充分搅匀,以使这些硅藻壳体能较均匀地分散在蒸馏水中;③应根据各试管内样品硅藻壳本含量的多少,取样量有所不同,以免产生因取样品过多形成硅藻壳体相互重叠在一起,影响观察和照相效果,反之,又因样品太少而难以找到所需标本。

当完成上述准备工作后,要进行喷镀前,对载有硅藻壳体的盖玻片有三种预选方法:

(1)直接观察法:此方法是将已烘干载有硅藻壳体的盖玻片直接固着在样品台上进行喷镀(镀金),随后将此载玻片放入扫描电镜样品室内进行观察照相。这是刚开始使用扫描电镜的专业人员常采用的一种方法。这种方法对某些种类十分单一的样品比较适用,能较为顺利地选择到所需标本进行观察、照相。但对那些样品中种类较多、壳体较小或较为稀少的种类,这种方法就往往难以做到迅速、有效地找到所需标本,甚至有时会一无所获。

(2)圈选观察法:针对上述方法的不足,我们使用一种新的方法。首先将烘干的盖玻片从小铁

架上取下后,用透明胶纸将其固定在载玻片上,再将此载玻片移到光学显微镜的载物台上,通过显微镜对此载玻片上的盖玻片顺序进行观察。当找到所需标本后,就用绘图钢笔,沾上绘图墨水,在找到的标本周围画上一个圆圈,这样周而复始直至整个盖玻片检查完毕。这时在笔记本上按照盖玻片上墨汁圈的位置进行标录(见附图1),并在每个墨圈外侧画上该标本外形和属种简称。至此,此盖玻片可以进行喷镀、观察、照相。



这种方法初看起来似乎要多花一些时间,但在扫描电镜下进行观察、照相过程中可以节省许多时间,操作也较简便、易掌握,能较好地达到预期目的。只是有几点要注意:①由于扫描电镜只能观察壳体表面形貌,而硅藻壳壁的外层和内层的微细结构往往有所差异,所以在条件许可情况下,最好对同一种硅藻选择2~3个不同壳面的壳体,以使观察过程中有较大的选择性和代表性。②当已圈定的标本周围有一些其他硅藻壳体或杂质影响选定标本的形貌或照相效果时,这时可用细长的解剖针,在低倍视域下(通常在 $\times 10$ 物镜下进行)细心地将其剔除掉。在操作过程中,针尖若触动了选定的标本,这个标本就往往不再存在了。因为滞留在盖玻片上的硅藻壳体仅依靠蒸馏水蒸发过程中产生的一种附着力,使壳体“附着”在盖玻片上。这种附着力一旦被破坏,这些壳体就不再“附着”在盖玻片上,它们在喷镀过程中会离开原有位置或在观察过程因受到电子束冲击时就会被“弹掉”。③在被选定标本的外围画圈时,必须选用绘图墨汁是因为这类墨汁圈干燥后能形成一个环状隆起,有利于在扫描电镜观察过程中,较易找到标本的位置,从而缩短寻找时间。不能选用炭素墨水画圈是因为这类墨水干燥后不能在盖玻片上形成一个环状隆起,无法起到标志定位作用。

(3)单体排片法:这一方法是将样品中的标本逐个挑选出来,将其移置到预先涂有一小滴西黄蓍胶(gum tragacanth)的盖玻片上排列成行。这种方法优点是一个玻片上同时能排列几个壳体,有利于观察、照相。不足之处,是在挑选标本过程中如何掌握好操作杆上的猪鬃毛上被选定硅藻壳体“粘附”住,随后又准确地移位到涂有西黄蓍胶的盖玻片上去。要熟练地掌握这一操作方法,必须有一段时间的实习过程,以及有一定专业知识的人员。否则就难以达到经济、快捷的目的。

3. 如何拍摄到效果较好的照片

当被选定的硅藻壳体形貌显示在扫描电镜荧光屏上时,首先要观察被选定的标本的代表性、特殊性和被观察壳壁的表面是否洁净。认可后,再进一步通过各有关旋钮之间的调整使被拍摄的硅藻形貌清楚地显示在光荧光屏上。在照相时,通常是先拍摄整体形貌,随后再对壳体进行局部放大观察、照相(中心纲的壳体进行照相时,通常是对中央区和壳缘分别进行放大观察、照相)。这样做的目的是使被研究的属种壳壁上的特征能较全面地反映出来。由于多种原因,从沉积物中分析后所得到的完整壳体数量往往较少,所以有时通过同一属种、不同壳体上相同部位拍摄到较具代表性的照片来弥补完整壳体上所示特征的不足。

在观察、照相过程中,除寻找完整的和具代表性的硅藻壳体外,还需了解仪器的性能和掌握较熟练的操作方法。不能抱有放大倍数越高,壳壁上的微细结构就必然显示得越清楚这种错误观念。应根据当时具体情况找到标本与仪器两者之间的最佳接合点,只有在这种状态下,才能拍摄到效果较好的照片。

4. 如何正确使用扫描电镜照片

在我国大多数扫描电镜都是使用 120 全色胶卷照相,如何使这类胶卷拍摄的照片能较完美地反映拍摄实体的形貌,除了在冲洗、印相、放大过程中采取相关措施外,如何确切选择相片的放大倍数也是一个不可忽视的问题。这对那些在扫描电镜观察过程中已放大几千倍或 1 万倍以上的微型硅藻(20 μm 以下)产生的影响不是很突出,唯一不足之处是这些壳体外形呈现出某些非典型的几何图型,但并不导致视觉产生“失真”。而在一些大型壳体的属种,如羽纹藻属(*Pinnularia*),这个问题就比较突出,因为羽纹藻属中的壳体一般都比较大小(一般都在 100 μm 左右),而实际的荧光屏视域是固定的,所以拍摄大型壳体的全貌时,放大倍数都在 1000 倍以下。加上使用的是 120 型号的胶卷,它的成像只是实际放大倍数的 0.6 倍。若将这些相片直接粘放在图版中,就会使人们感到与参考文献中经常见到的同一属种的图示或放大的显微照片显得很不相符,有“失真”的感觉。所以对这类大型硅藻的底片要进行一次放大,使放大后的壳体大小与通常参考文献中所示大小基本相同,这样才能达到较好效果。

二、对硅藻壳壁上某些结构的认识

关于硅藻壳壁上的一些结构,在有些文献中已作了不同程度的介绍。现就其中最常见的几种结构作简要的叙述。

1. 花纹(或称纹饰)(marking)

花纹表现为点(斑点)(*punctum*, 复数 *puncta*)或孔(网纹)(*areola*),许多点或孔组成一条线称点条纹(线纹)(*striae*)或孔纹(孔纹列)(*areolae*)。这是在硅藻形态特征的描述中最常用的一个名词,并常作为区分属、种、变种(变型)的依据之一。在光学显微镜下,这些点或孔,如果孔径很小,间距又很小时,往往呈现为一条线纹。在扫描电镜或透射电镜下,这些点、孔实际上是硅藻壳壁上大小不等、形态不一或排列方式各异的微细的小室(*cellule*, 复数 *cellules*),是硅质壁向外凸出或凹入的穴,在构造上有垂直的边或类似一个六角形的蜂窝。有的种类,小室外有一层多孔的膜,内又有一层膜,膜中央有圆形的孔,这种小室在中心纲里常被叫做孔纹,这种孔纹在圆筛藻属(*Coscinodiscus*)中是硅质壁向内凹,在三角藻属(*Triceratium*)里是向外凸出的。在羽纹纲里,斜纹藻属(*Pleurosigma*)和布纹藻属(*Gyrosigma*)的壳壁上的点纹也是一种小室,小室外有 1 或 2 个开放的裂缝。斜纹藻属的这种小室是多边形,点条纹表现为斜横交叉排列;布纹藻属的这种小室是方形,点条纹表现为纵横垂直排列。

2. 肋纹(*costa*, 复数 *costae*)

肋纹最初是作为羽纹藻属(*Pinnularia*)与舟形藻属(*Navicula*)主要的区别依据,这一名称是专指羽纹藻属壳面上呈羽纹状排列的粗壮线纹。在扫描电镜和透射电镜下观察,肋纹实际上是由一层蜂窝状多孔(很微细的小孔)的“膜”封闭着,中间是一个腔(*cavity*),内壁有个椭圆形的“开孔”。

肋纹在中段或靠近壳缘,在光学显微镜下成一条与肋纹交叉的带(纵线)。把这类由蜂窝状微细小孔组成的点纹列称为长室孔(*alveolus*),长室孔之间硅质加厚处称为肋(*rib*),也就是说羽纹藻属壳面纹饰是由长室孔和肋组成。在某种意义上说,它与小环藻属(*Chitella*)壳缘的长室孔(线纹)结构是相同的。

在扫描电镜下,美壁藻属(*Caloneis*)壳壁上的“线纹”结构与羽纹藻属的“肋纹”是相同的,它们都具有横向排列的蜂窝状小孔,每条“肋纹”的宽窄则与蜂窝状小孔的纵向排列数有关。有些学者提出依此特征可将其归为羽纹藻属,但我们认为从壳面内壁来看,两者之间还是有区别的:美壁藻的壳面内壁壳的两侧每条“肋纹”上,各具一个窄小的孔,这些小孔呈纵向排列形成“纵线”,而羽纹藻属的壳面内壁每条“肋纹”均为空白区,壳面的蜂窝状小孔与壳体内直接相通,(见图版 76 图 14),所以我们认为应该分归两属。

3. 隔片(septum),复数 septa)

隔片是细胞上、下壳的相连带向内增生的硅质膜,其外形与壳体外形相同,但整体的硅质加厚则因属种不同而有所不同。由于延伸的方向不同,而区分为纵隔片(与壳面纵轴或称长轴平行)和横隔片(与壳面横轴或称短轴平行)。

胸隔藻属(*Mastogloia*)壳缘的隔室(loculus,复数 loculi),也称小室(cellule),小室环(cellules),也是隔片中的一种。

4. 拟壳缝(pseudoraphe)、壳缝(raphe)和管壳缝(raphe canal)

拟壳缝和中轴区(axial area),实际上所指的是同一位置,但有的种类不在中轴上,很偏心。从壳面观,没有花纹,没有裂缝,也没有中节和端节。对于具拟壳缝的种类,在分类位置上存在不同的看法。曲壳藻属(*Achnanthes*)、卵圆藻属(*Cocconeis*)等上壳面的拟壳缝,从壳面观察时系是 1 条无纹光滑的纵线,从壳壁内面观察,可见到硅质增厚的 1 条纵线。

壳缝是羽纹纲硅藻壳面上一个最主要的构造,位于壳面的中轴(纵轴)上。使用扫描电镜,所能见到的壳缝,常以细线状呈现在人们的视野中(直线形或波曲状)。壳缝在壳壁内的结构(如宽、窄或扭曲方向等)则无法观察到,而这些特征在有的属(如羽纹藻属)却是分种的依据,所以,还需借助透射电镜和光学显微镜予以相互补充。

壳缝的横断面为裂缝状、斜列、“ $\langle$ ”形或曲折状,之间有一层膜,将壳缝分为内裂缝(inner fissure)和外裂缝(outer fissure),沿着壳壁向内增厚组成端节(terminal nodule)。在端节,外裂缝是扭曲或弯的,常常成一钩状;内裂缝是漏斗状的向内扩大。在端节处,内外裂缝向相反方向弯曲,结果是不对称的。外裂缝到了壳面中央,绕着壳壁增厚的中节的一侧弯转;内裂缝到中节则中断而向上弯,和该处的外裂缝相连接。从壳面观,可见到 2 个发亮的点,叫中央小孔(central pore),它们一般位于纵轴的一侧。长篳藻属(*Neidium*)的中央小孔向相反方向明显地弯曲,似钩子。

管壳缝在构造上比壳缝复杂,有人认为是壳缝的发展所成。它是细胞壁向外突出形成的,叫船骨突(龙骨突)(keel),管壳缝就是船骨突顶端的空管部分,向外有 1 条窄的裂缝与外界相通,向内有圆形或椭圆形的开孔(或部分堵塞的孔),叫小窗(fenestra)。小窗之间是硅质加厚的桥状小肋突(fibula),有时小肋突会有所延长,过去在光学显微镜下叫它们为船骨点或船骨点延长。这些构造在透射电镜下能更清楚地观察到。在光学显微镜下容易见到的是船骨点。

5. 唇形突(labiate process 或 rimoportule)和支持突(strutted process 或 fuloportule)

过去从事硅藻分类学的研究,都是在光学显微镜下,依据外部形态及在一定度量($10\mu\text{m}$)中点、线、刺、突起等的数目(现在仍然实用)。随着电子显微镜的问世,有人提议用硅藻壳体中两种突起——唇形突和支持突作为种、属,甚至科的分类依据。理由是这两种突起的数量、分布位置等在不同科、属、种中的表现不同,但其生理作用如何?目前还不明了。例如:小盘藻属(*Minidiscus*)的唇形突和支持突仅在壳面中央,壳缘无唇形突和支持突;而海链藻属(*Thalassiosira*)的壳面中央和壳缘都有支持突,唇形突或位于壳缘,或靠近中央。唇形突的外形(外裂缝)是长方形,内形是一个唇状突出物;支持突外形有圆的、三角形的、盾状或磨菇状,即 1 个较大的孔周围有 2~5 个较小的孔(细

孔),叫侧生围孔(lateral pore)或卫星孔(satellite pore)。这些细孔在壳壁外不开口,仅向壳壁内开口;内形是圆柱状。在扫描电镜下,从壳面观,一般见到的是它们突出的外管部分(刺、突起、连接丝等),例如:中肋骨条藻[*Skeletonema costatum* (Grev.) Cleve]相邻细胞的连接刺,或海链藻属壳面突出的刺和分泌的细丝;从壳壁内面观,能容易见到唇状的构造,例如:盒形藻属(*Biddulphia*)和三角藻属壳面上的刺毛、布氏双尾藻(*Ditylum brightwellii* Grunow)壳面中央的大刺、辐环藻属(*Actinocyclus*)壳缘的短刺(或叫突起)等等,它们壳壁内面的基部都有一个典型的唇形构造。爱氏辐环藻(*A. ehrenbergii* Ralfs)的唇形构造是1条扁形的管状物和2片很薄的唇形物组成。

硅藻门(Bacillariophyta)分属检索表

1. 壳面花纹辐射对称, 无拟壳缝或壳缝。中心纲 Centricae, 壳面圆形, 个别呈半圆形、椭圆形或三角形。圆筛藻目 Coscinodiscales
2. 壳缘无拟节(无纹眼点), 壳面花纹无明显地分成小块 圆筛藻科 Coscinodisceae
3. 细胞呈球形或圆柱形, 偶有壳面呈椭圆形的。壳套常发达。常连成长链
..... 直链藻亚科 Melosiroideae
- 壳面周缘有细刺或无刺, 壳面有点纹或孔纹, 细胞呈球形或圆柱形 1. 直链藻属 *Melosira*
3. 细胞呈圆盘形、鼓形, 表面略凸或凹入, 有的扁平, 壳套不特别发达。单独生活, 成链的极少
..... 圆筛藻亚科 Coscinodisoideae
4. 壳面区分为肋纹状的壳缘区和波纹状或平坦的中央区。壳缘和壳面中央都有支持突, 唇形突。 2. 小环藻属 *Cyclotella*
4. 壳面无波纹状, 无壳缘区和中央区之分。壳面中央无支持突和唇形突。
5. 壳面具小珠状的孔纹列, 呈辐射排列, 其间有无纹间隙, 末端有刺。珠状孔纹列在壳缘处为 2~4 列, 向着壳面中央逐渐合为 1 列。
6. 内壳面边缘有一轮大孔, 形似小环藻属壳缘长室孔的内孔 3. 环冠藻属 *Cyclostephanos*
6. 内壳面边缘无一轮大孔。壳缘有一圈长刺 4. 冠盘藻属 *Stephanodiscus*
5. 壳面具六角形或多角形孔纹, 孔纹不为辐射状无纹光滑区所间隔
..... 5. 圆筛藻属 *Coscinodiscus*
2. 壳缘具拟节(无纹眼点), 壳面花纹呈分块或不分块排列(拟节位于壳缘, 圆形或椭圆形, 通常比壳面的孔纹大, 形状似瓶子或果实的盖, 螺的厣或鱼的鳃盖, 或似一个眼点, 或似一个亮点)
..... 6. 辐环藻属 *Actinocyclus*
1. 壳面花纹两侧对称, 具拟壳缝或壳缝。羽纹纲 Pennatae
7. 细胞的上、下壳仅具拟壳缝。等片藻目 Diatomales 等片藻科 Diatomaceae
8. 细胞内具隔片。
9. 具纵隔片(与壳面纵轴或称长轴平行)
10. 壳壁背面无横肋 7. 平板藻属 *Tabelaria*
10. 壳壁背面有横肋 8. 四环藻属 *Tetracyclus*
9. 具横隔片(与壳面横轴或称短轴平行)
11. 细胞两端等宽, 壳面和壳环面都对称 9. 等片藻属 *Diatoma*
11. 细胞两端不等宽, 壳面和壳环面均成楔形 10. 扇形藻属 *Meridion*
8. 细胞内无隔片。
12. 细胞两端大小不同, 成楔形 11. 楔形藻属 *Opephora*
12. 细胞两端大小相同。
13. 壳面蛾眉形 12. 缺岩藻属 *Ceratoneis*
13. 壳面长形、梭形、舟形或长椭圆形。

14. 细胞相连成带状或星状群体 13. 脆杆藻属 *Fragilaria*
14. 细胞单独生活或成丛状群体 14. 针杆藻属 *Synedra*
7. 仅具端壳缝,有端节或无端节。短缝藻目 *Eunotiales* 短缝藻科 *Eunotiaceae*
15. 壳面两端等大,壳缘无小刺,细胞单独生活或连成群体 15. 短缝藻属 *Eunotia*
15. 壳面两端不等大,壳缘有小刺,细胞以窄的一端相连成辐射状群体 16. 长矛藻属 *Actinella*
7. 细胞的上壳面仅具拟壳缝,下壳面具壳缝。曲壳藻目 *Achnanthales*
16. 壳的横轴弯曲 卵形藻科 *Cocconeaceae*. 17. 卵形藻属 *Cocconeis*
16. 壳的纵轴弯曲 曲壳藻科 *Achnanthaceae*
17. 细胞两端大小不同 18. 弯楔藻属 *Rhoicosphema*
17. 细胞两端大小相同 19. 曲壳藻属 *Achnanthes*
7. 细胞的上、下壳均具壳缝。舟形藻目 *Naviculales*
18. 壳面对称 舟形藻科 *Naviculaceae*
19. 壳面上有翼状突,壳缝 S 形(翼状突是中轴区隆起,成 S 形的一片硅质膜,壳缝位于硅质膜的顶端) 20. 茧形藻属 *Amphiproa*
19. 壳面无翼状突。
20. 细胞内纵隔片上有隔室 21. 胸隔藻属 *Mastogloia*
20. 细胞内无隔片和隔室。
21. 壳缝 S 形或近似 S 形。
22. 壳面纵轴拱起,壳缝两侧有纵线或纵脊 22. 曲肋藻属 *Scolioptera*
22. 壳面纵轴不拱起,壳缝两侧无纵线或纵脊。
23. 点条纹呈斜横方向排列 23. 斜纹藻属 *Pleurosigma*
23. 点条纹呈纵横垂直排列 24. 布纹藻属 *Gyrosigma*
21. 壳缝直,少数呈波状扭曲。
24. 中节和端节呈长条形 25. 肋缝藻属 *Frustulia*
24. 中节和端节非长条形。
25. 壳面上的横向条纹被纵向的无纹线所断。
26. 壳缝被中节向两端延伸并隆起的硅质肋(也称为角)包围 26. 双壁藻属 *Diploneis*
26. 壳缝不被纵向硅质肋(角)包围。
27. 壳面无纹纵线呈波浪状,条数多,分布全壳面 27. 异菱藻属 *Anomoeoneis*
27. 壳面无纹纵线与壳缘平行,条数少,一般靠近壳缘。
28. 中央小孔不成钩状弯曲 28. 美壁藻属 *Caloneis*
28. 中央小孔成钩状弯曲 29. 长筐藻属 *Neidium*
25. 壳面上的横向点条纹不被纵向的无纹线所断。
29. 中节横扩成侧节 30. 辐节藻属 *Stauroneis*
29. 中节圆形或椭圆形。
30. 壳面有长室孔和肋纹 31. 羽纹藻属 *Pinnularia*

30. 壳面有点条纹 32. 舟形藻属 *Nannula*
18. 壳面纵轴(长轴)不对称 桥弯藻科 *Cymbellaceae*
31. 壳面的一侧凸起(有宽环面和狭环面之分) 33. 双眉藻属 *Amphora*
31. 壳面扁平 34. 桥弯藻属 *Cymbella*
18. 壳面横轴(短轴)不对称 异极藻科 *Gomphonemaceae*
32. 中心区一侧无 1 列粗点 35. 异极藻属 *Gomphonema*
32. 中心区一侧有 1 列粗点 36. 双楔藻属 *Didymosphenia*
7. 细胞具管壳缝。双菱藻目 *Surirellales*。
33. 壳面具横肋纹, 管壳缝在壳面中央曲折的成人字形, 或位于壳面的一侧 窗纹藻科 *Epithemiaceae*
34. 管壳缝曲折的成人字形 37. 窗纹藻属 *Epithemia*
34. 管壳缝不曲折, 位于壳面一侧。
35. 壳面呈半月形, 镰刀形或括号形 38. 棒杆藻属 *Rhopalodia*
35. 壳面呈线形, 舟形或椭圆形 39. 细齿藻属 *Denticula*
33. 壳面无横肋纹, 管壳缝位于壳面的一侧 菱形藻科 *Nitzschiaceae*
36. 管壳缝位于上、下壳面的同一侧 40. 菱板藻属 *Hantzschia*
36. 管壳缝位于上、下壳面相对的一侧 41. 菱形藻属 *Nitzschia*
33. 管壳缝位于壳面的两侧 双菱藻科 *Surirellaceae*
37. 壳面呈横波纹状波曲 42. 波缘藻属 *Cymatopleura*
37. 壳面特征与上不同。
38. 壳面扁平或螺旋状扭转 43. 双菱藻属 *Surirella*
38. 壳面弯曲或马鞍形 44. 马鞍藻属 *Campylodiscus*