

中国海洋底栖硅藻类

(上 卷)

金德祥 程兆第 著
林均民 刘师成

海 洋 出 版 社

1982年·北 京

序 言

我国海洋硅藻的研究，以前多偏重于浮游种类，而底栖种类仅做了一些零星的分散的工作，特别是有关我国海洋底栖硅藻的分类专著更是个空白。因此，自《中国海洋浮游硅藻类》一书出版后，我们就开始着手搜集材料，拟编写关于我国海洋底栖硅藻类的书籍，以便提供生产、科研和教学上的需要。但至一九六六年，这项计划就被中断了。以致未能如愿以偿地把它完成。

伟大的历史转变，迎来了科学的春天。在四化建设伟大事业的激励下，我们又把中断的工作重新恢复起来。为适应当前的需要，我们将以前累积的材料，加上近年来的研究成果，汇编成册，题名为《中国海洋底栖硅藻类》。由于海洋底栖硅藻种类繁多，在一书中不能统统归纳进去，拟分上、下两卷。上卷主要是福建省沿海的种类，还加上一些其它海区的材料，共记载和描述了445种和129个变种。下卷拟记述我国其它海区的种类，俟几年后再出版。我们期望，《中国海洋底栖硅藻类》，能与《中国海洋浮游硅藻类》成为姐妹篇，为了解我国海洋硅藻资源提供一个梗概。诚然，要把我国海域所有的种类都收集齐备是有困难的，本书记载的仅是一些大型的常见种类。至于更为深入的研究，有待今后从各个专题进一步探讨。

编入本书的材料，主要是我们自己的研究成果，其中也搜集了一些过去和新近他人发表的有关资料。标本大部分采自沿海潮间带，主要是海洋种类，但也有半咸水种类，甚至还有少数系由淡水带入海区偶而找到的淡水种类。另外，还有一小部分是采自大陆架表层的沉积种类。

本书中有关属和种的参考文献，我们只列出几篇主要文章。至于同种异名，只列出过去我国发表的种类。因硅藻已有较完整的索引和目录，此不赘述。在《中国海洋浮游硅藻类》专著中已有记录的种类，而在本书内再次出现者，我们仅列出该种的名称和补充新的采集地点，形态特征的描述一般从略。如果在底栖硅藻类上卷中已出现的种类，下卷又再出现者，也将以同样方式编排。倘若个别的种类在浮游硅藻著作中有不妥之处，本书则重新描述或适当补充，而以本书为准。本书列出的典型种和变种（或变型），我们采用 Cleve-Euler 的编写方法，如果两者同时兼备的话，皆有特征的描述和生态、分布的记载，不过变种一般只指出与典型种的主要区别；假如只具变种（或变型），而没有采集到典型种的话，书中仅描述典型种的特征，而生态和分布地点均从略。

本卷中的图版照片绝大部分是我们自己所采到的标本，多数是在相差显微镜下拍摄的。一些属于过去记录的和新近他人发表的种类，凡我们手头没有标本的，则翻拍原著或他人著作中的图。图版中的照片大多是一千倍，其余放大倍数，则另加说明。

本书编写过程中，承中国科学院孢子植物志编委会、福建省科学技术委员会和厦门大学生物学系给予支持和鼓励；在福建沿海采集标本时，又承宁德地区水产局，平潭县水产局，平潭县水产科技站，东山县水产局和东山县鲍珠场等有关单位和同志给予大力协助；此

外邓锦娘同志还协助我们完成了硅藻标本的处理和制片工作。对以上单位和同志，我们在此表示衷心感谢。

在《中国海洋浮游硅藻类》一书的第13页“间接分裂”一节中，第六代的数字应为1, 6, 15, 20, 15, 6, 1, 借此机会，特作更正。

本书错误和遗漏之处，敬请读者批评指正。

著者 一九八〇年十二月

于厦门大学生物学系



我国著名硅藻学专家金德祥教授，1910年出生于我国浙江嘉兴，1933年毕业于厦门大学动物系，获学士学位。并在岭南大学修寄生虫学，1935年获理学硕士学位。金教授曾在厦门大学、福建省农学院、医学院、西北医学院任

副教授、教授及先后兼任厦门大学生物系主任、副教务长，中国科学院华东海洋研究所研究员等职。现任厦门大学生物系教授，中国海洋学会、海洋湖沼学会、藻类学会理事。

金教授从1935年起就开始从事硅藻研究，曾分别在国内外发表过有关文昌鱼、寄生虫、硅藻等方面的论著八十余篇。在硅藻方面较重要的有：我国早期硅藻研究目录，厦门的海产浮游硅藻，硅藻分类系统，中国海洋硅藻的地理分布等。并和其他同志一起发表了《中国海洋浮游硅藻类》及本书《中国海洋底栖硅藻类》（上卷）。

目 录

序 言	(Ⅷ)
第一章 绪论	(1)
第二章 硅藻的分类系统	(4)
一、生殖方面	(4)
二、化石方面	(5)
三、三角褐指藻	(9)
四、分科	(9)
五、分属	(10)
参考文献	(16)
第三章 中国海洋底栖硅藻	(17)
硅藻门 Bacillariophyta	(17)
中心纲 Centricae	(17)
圆筛藻目 Coscinodiscales	(17)
圆筛藻科 Coscinodiscaceae	(17)
直链藻亚科 Melosiroideae	(17)
直链藻属 <i>Melosira</i>	(17)
柄链藻属 <i>Podosira</i>	(19)
明盘藻属 <i>Hyalodiscus</i>	(19)
圆箱藻属 <i>Pyxidicula</i>	(20)
骨条藻亚科 Skeletonemoideae	(21)
辐杆藻属 <i>Bacteriastrum</i>	(21)
圆筛藻亚科 Coscinodisoideae	(21)
小环藻属 <i>Cyclotella</i>	(21)
冠盘藻属 <i>Stephanodiscus</i>	(23)
圆筛藻属 <i>Coscinodiscus</i>	(24)
眼纹藻科 Eupodiscaceae	(40)
沟盘藻属 <i>Aulacodiscus</i>	(40)
眼纹藻属 <i>Auliscus</i>	(41)

辐环藻属 <i>Actinocyclus</i>	(42)
罗氏藻属 <i>Roperia</i>	(45)
半盘藻属 <i>Hemidiscus</i>	(45)
辐盘藻科 <i>Actinodiscaceae</i>	(47)
辐褶藻属 <i>Actinoptychus</i>	(47)
蛛网藻属 <i>Arachnoidiscus</i>	(48)
斑盘藻属 <i>Stictodiscus</i>	(50)
星纹藻科 <i>Asterolampraceae</i>	(51)
星纹藻属 <i>Asterolampra</i>	(51)
星脐藻属 <i>Asteromphalus</i>	(51)
盒形藻目 <i>Biddulphiales</i>	(53)
盒形藻科 <i>Biddulphiaceae</i>	(53)
角状藻属 <i>Cerataulus</i>	(53)
三角藻属 <i>Triceratium</i>	(54)
盒形藻属 <i>Biddulphia</i>	(58)
角毛藻科 <i>Chaetoceraeae</i>	(61)
角毛藻属 <i>Chaetoceros</i>	(61)
根管藻目 <i>Rhizosoleniales</i>	(62)
根管藻科 <i>Rhizosoleniaceae</i>	(62)
根管藻属 <i>Rhizosolenia</i>	(62)
羽纹纲 <i>Pennatae</i>	(63)
舟形藻目 <i>Naviculales</i>	(63)
舟形藻科 <i>Naviculaceae</i>	(63)
茧形藻属 <i>Amphiprora</i>	(63)
龙骨藻属 <i>Tropidoneis</i>	(64)
斜纹藻属 <i>Pleurosigma</i>	(65)
布纹藻属 <i>Gyrosigma</i>	(78)
双肋藻属 <i>Amphipleura</i>	(89)
肋缝藻属 <i>Frustulia</i>	(90)
胸隔藻属 <i>Mastogloia</i>	(91)
旋舟藻属 <i>Scolioleura</i>	(99)
双壁藻属 <i>Diploneis</i>	(100)
美壁藻属 <i>Caloneis</i>	(115)
长笕藻属 <i>Neidium</i>	(121)
辐节藻属 <i>Stauroneis</i>	(122)
粗纹藻属 <i>Trachyneis</i>	(124)
羽纹藻属 <i>Pinnularia</i>	(131)
舟形藻属 <i>Navicula</i>	(133)
箱形藻属 <i>Cistula</i>	(159)
桥弯藻科 <i>Cymbellaceae</i>	(159)
双眉藻属 <i>Amphora</i>	(159)
桥弯藻属 <i>Cymbella</i>	(169)

等片藻目 Diatomales	(172)
等片藻科 Diatomaceae	(172)
波纹藻属 <i>Cymatosira</i>	(172)
缝舟藻属 <i>Rhaphoneis</i>	(172)
脆杆藻属 <i>Fragilaria</i>	(174)
针杆藻属 <i>Synedra</i>	(175)
斜斑藻属 <i>Plagiogramma</i>	(179)
斑条藻属 <i>Grammatophora</i>	(180)
楔形藻属 <i>Licmophora</i>	(182)
梯楔藻属 <i>Climacosphenia</i>	(185)
曲壳藻目 Achnanthales	(185)
卵形藻科 Cocconeaceae	(185)
偏缝藻属 <i>Anorthoneis</i>	(185)
鞍形藻属 <i>Campyloneis</i>	(186)
卵形藻属 <i>Cocconeis</i>	(186)
曲壳藻科 Achnanthaceae	(194)
弯楔藻属 <i>Rhoicosphenia</i>	(194)
曲壳藻属 <i>Achnanthes</i>	(195)
褐指藻目 Phaeodactylales	(199)
褐指藻科 Phaeodactylaceae	(199)
褐指藻属 <i>Phaeodactylum</i>	(199)
短缝藻目 Eunotiales	(200)
短缝藻科 Eunotiaceae	(200)
短缝藻属 <i>Eunotia</i>	(200)
伪短缝藻属 <i>Pseudo-Eunotia</i>	(201)
双菱藻目 Surirellales	(201)
窗纹藻科 Epithemiaceae	(201)
窗纹藻属 <i>Epithemia</i>	(201)
棒杆藻属 <i>Rhopalodia</i>	(202)
菱形藻科 Nitzschiaceae	(204)
细柱藻属 <i>Cylindrotheca</i>	(204)
楔菱藻属 <i>Gomphonitzschia</i>	(206)
菱板藻属 <i>Hantzschia</i>	(206)
伪菱形藻属 <i>Pseudo-Nitzschia</i>	(207)
菱形藻属 <i>Nitzschia</i>	(209)
双菱藻科 Surirellaceae	(226)
足囊藻属 <i>Podocystis</i>	(226)
褶盘藻属 <i>Tryblioptychus</i>	(226)
双菱藻属 <i>Surirella</i>	(227)
马鞍藻属 <i>Campylodiscus</i>	(231)
参考文献	(237)
学名索引	(240)

第一章 绪 论

硅藻基本上是水生的，但是也有人把少数湿地上生长的种类认为是陆生的。水域环境的划分方法，是根据水中含盐量的不同，分为海水、半咸水和淡水等三大类。但在内陆还有与海水相似的咸水湖，和高于海水盐度的高盐水湖。同一属硅藻，可以生长在不同盐度的环境中，甚至个别适应性较广的种类（同一种），可以生活在两种不同的水域中。本书记载的范围，主要是近海海水种类。

硅藻可分为两大生态类群，一类是在水中随波逐流的浮游硅藻，另一类是水底生活的底栖硅藻。它们的特点是：浮游种类，无运动能力，漂游生活，细胞壁相对的薄些；底栖种类，有运动能力或固着生活，细胞壁相对的厚些。不过，这样的划分，只是相对而言，它们之间并无截然的界限，不能绝对分开，因为这种划分法仍然是一种人为的标准，即以其运动方式、生活习性以及生态分布相同的类群，划归同类。海洋不是一个平静的水域，常常由于风浪和潮汐，将固着的种类从附着物上冲击脱落，或将底栖种类搅动把它们带进浮游的行列。另也有能行动的种类，细胞相连成链，增加浮力而进入浮游群中。浮游的种类，也可以沉降到浅海底部，或是退潮后少数遗留在潮间带栖息在潮湿的地方。

本书所记载和描述的是海洋底部生活的硅藻，它们系采自潮间带的油泥中、泥沙滩和岩石上，海洋动植物的体表，码头，海上试验挂板，或是船底，海洋动物的消化道。另外，还有一些是在海底表层沉积物中采到的。

海洋底栖硅藻在我国分类记录，主要有下列几篇：

作者	年份	地点	种数
Hutton, F. W.	1865~6	中国海	11种
Petit, P.	1880	浙江宁波	41种
		浙江象山港	34种
Skvortzow, B. W.	1929	辽宁大连	71种
Skvortzow, B. W.	1932	福建福州外海	64种
金德祥 (Chin, T. G.)	1939	福建沿海	68种
金德祥	1939	福建厦门及其附近	88种
金德祥、贺贞熙	1950	福建厦门及其附近	61种
金德祥、王锦珊、赖孟玑	1956	福建连江	32种
金德祥、徐凤、黄宝玉	1957	福建厦门及其附近	81种
厦大生物系硅藻组	1977	福建厦门及其附近	7种
Li, Chia-wei	1978	台湾澎湖列岛	103种
金德祥、程兆第	1979	福建沿海	51种
金德祥、刘师成	1979	福建沿海	30种
金德祥、林均民	1979	福建沿海	23种

金德祥、程兆第、田存增等	1980	中国沿海	135种
刘师成、金德祥	1980	福建沿海	40种
程兆第、金德祥	1980	福建沿海	65种
林均民、金德祥	1980	福建沿海	27种

底栖硅藻壳面形态的变化，一般多于浮游硅藻，各作者所作的描述，也不完全统一，同时常有中间类型，因此，我们用下列图解表示壳面和壳端的形态：

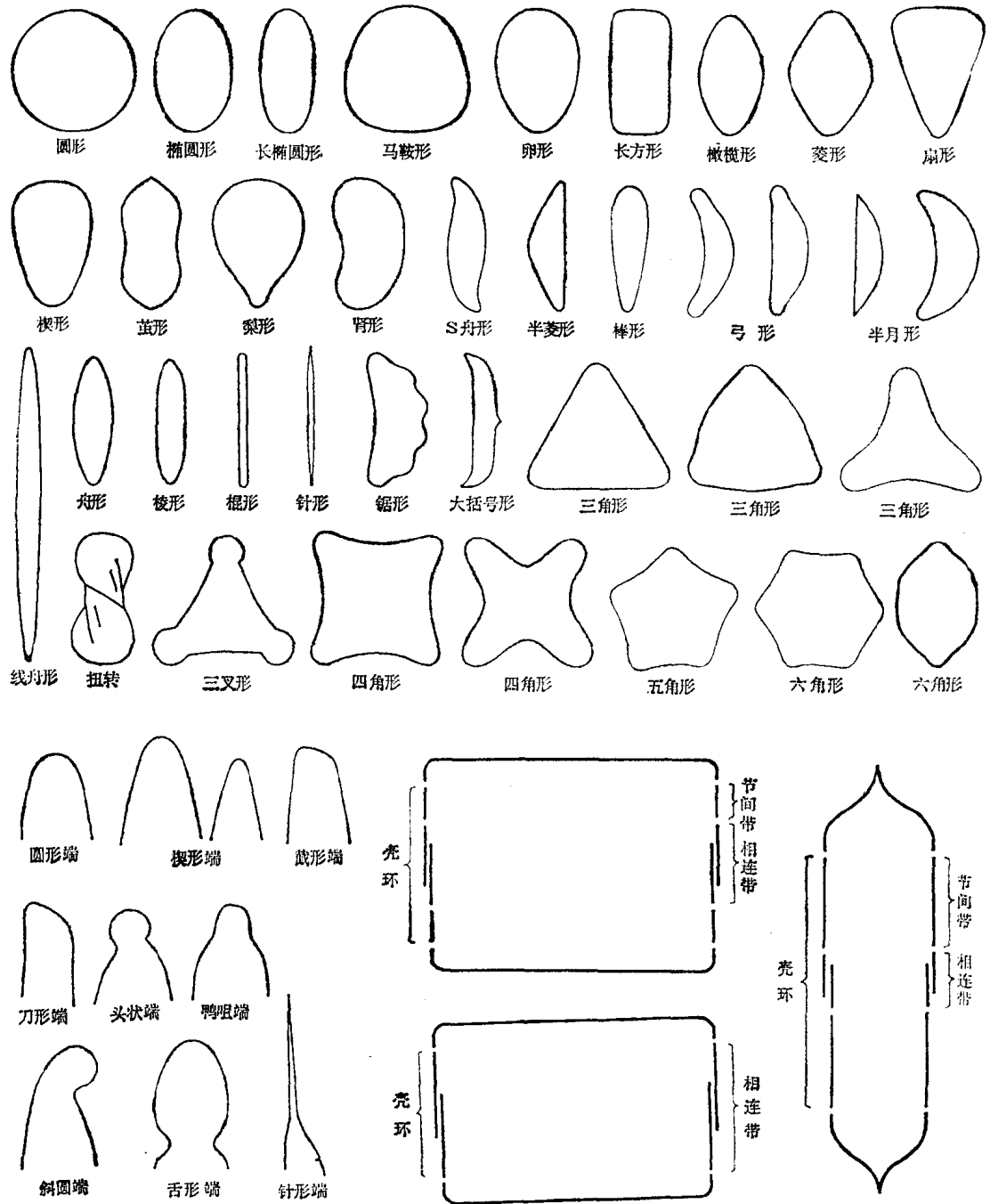


图1 硅藻的壳面、壳端和部分属的壳环面的示意图

底栖硅藻标本, 我们采用硫酸处理, 经过褪色, 洗脱中和, 然后排片制成永久玻片, 再进行鉴定。在这工作过程中会损失一些小的和少的种类。至于活着的标本, 壳壁的花纹构造通常不易观察, 鉴定到种是比较困难的。种和种以下的各种类型之间的关系和演变, 有时还须借助电镜和培养等方法, 方能进一步得到解决。

参 考 文 献

- [1] 金德祥(Chin, T. G.), 1939a. Marine diatoms found in washings of seaweeds from Fukien Coast. *Philippine Jour. Sci.*, 70(2): 19~196.
- [2] 金德祥, 1939b. Diatoms in the stomachs of marine animals from Amoy and its vicinity. *Ibid.*, 70(4): 403~410.
- [3] 金德祥、贺贞熙, 1950. Diatoms in the interstines of Amoy Sipunculida (Annelida, Gephyrea) — The food of Sipunculida. *Lingnan Sci. Jour.*, (1, 2): 43~52.
- [4] 金德祥, 1951. An annotated bibliography of Chinese Diatoms, from 1847 to 1946. *Ibid.*, 23(3): 151~158.
- [5] 金德祥、王锦珊、赖孟矾, 1956. 福建省连江的缢蛏和杂色蛤仔的食料. *学艺*, 7: 1~6.
- [6] 金德祥、徐凤、黄宝玉, 1957. 厦门附近的牡蛎的食料. 同上, 8: 8~12.
- [7] 金德祥、程兆第, 1979a. 台湾海峡(福建沿海)硅藻的新种和在我国的新记录, I. 舟形藻属和粗纹藻属. *厦门大学学报(自然科学版)*, 18(2): 143~152.
- [8] 金德祥、刘师成, 1979b. 同上II. 曲舟藻属和布纹藻属. 同上, 18(3): 135~143.
- [9] 金德祥、林均民, 1979c. 同上, III. 双壁藻属. 同上, 18(3): 144~148.
- [10] 金德祥、程兆第、林均民、刘师成、田存增, 1980. 东海表层沉积硅藻. *海洋学报*, 2(1): 97~110.
- [11] 刘师成、金德祥, 1980. 台湾海峡(福建沿海)硅藻的新种和在我国的新记录, IV. 胸隔藻属、菱形藻属、肋缝藻属及其他. *厦门大学学报(自然科学版)*, 19(2): 110~118.
- [12] 程兆第、金德祥, 1980. 同上, V. 圆筛藻属、美壁藻属及其他. *厦门大学学报(自然科学版)*, 19(3): 109~115, 126.
- [13] 林均民、金德祥, 1980. 同上, VI. 三角藻属、双眉藻属、卵形藻属及其它. *厦门大学学报(自然科学版)*, 19(4): 108~113, 128.
- [14] 厦门大学生物系植物学教研室硅藻教研组, 1977. 福建省紫菜敌害硅藻的调查. *厦门大学学报(自然科学版)*, No. 1, p. 108~122.
- [15] Li, Chia-wei, 1978. Notes on marine littoral diatoms of Taiwan, I. Some diatoms of Pescadores. *Nova Hedwigia* 29: 787~812.
- [16] Hutton, F. W., 1865~66. List of Diatomaceae found in washing of seaweed from China. *Jour. Proc. Dublin Micro. Cl.* 1(1): 42, *Quart. Jour. Micro. Soc.*, 6: 126.
- [17] Petit, P., 1880. Diatoms recoltrees sur les huitres de Ningpo et de Nimrod Sound (Chine) *Mem. Soc. Sci Cherbourg*. 23: 202~208, pl. 1, Paris.
- [18] Skvortzow, B. W., 1929. Marine diatoms from Dairen, South Manchuria. *Philippine Jour. Sci.*, 38, 419~427.
- [19] Skvortzow, B. W., 1932. Marine diatoms from Formosa Strait. *Ibid.*, 47: 151~182.

第二章 硅藻的分类系统

硅藻分类必须研究分类系统, 换句话说, 要根据生物间的相互关系, 亲缘关系和进化关系等进行分门别类。硅藻的分类系统是硅藻类进化历史过程的总结。但是, 至今的硅藻分类系统尚未摆脱人为的方法, 这是由于人们的认识水平所限, 远不能客观地反映它们的亲缘关系和演化发展, 提出比较完善的自然分类系统。从以下列出的硅藻分类研究的简史, 可以看出人们通过不间断的科学实践, 认识在逐渐地提高, 从而促进了硅藻系统分类的研究不断地向前发展。

1824~1870 年是硅藻分类的草创时期。Agardh (1824) 根据细胞的形态, 分硅藻为 9 个属。Kützinger (1833~34) 分硅藻为有口目 (Stomaticae), 无口目 (Astomaticae) 和孔纹目 (Areolatae)。当时他以壳缝为口, 共描述了 72 个属。De Brébisson (1838) 根据细胞的生活状态, 分为在胶质管内生活和非胶质管内生活的 2 大类。Rabenhorst (1853) 根据壳面的形态分硅藻为 7 大类。Ralfs (1861) 根据有无中线和中节分硅藻为 19 个科。Pfitzer et Petit (1877?) 则根据载色体来区分大类。

1872~1976 年是近代硅藻分类的奠基时期。H. L. Smith (1872) 根据无壳缝 (Cryptorhaphidieae), 具拟壳缝 (Pseudorhaphidieae) 和有壳缝 (Rhaphidieae) 分硅藻为 3 大类和 15 个小类。他的分类法至今仍为一般工作者所采用。Schütt (1896) 只是把第 1 大类改为中心类或中心纲 (Centricae), 第 2 和第 3 大类合并为羽纹类或羽纹纲 (Pennatae)。之后, De Toni, Van Heurck, Mann, Karsten, Lebour 和 Hustedt 基本上都是根据 Smith 的系统而略加修改, 并没有很大的变化。其间 Mereschowsky (1901) 曾把硅藻分为能动与不能动 2 大类。此外, 还有人把外形上同羽纹类而花纹上同中心类的舟辐藻 (*Rutilaria*) 成为第 3 大类。苏联工作者还成立一个中间类 (Mediales), 把舟辐藻与部分无缝羽纹硅藻, 合二为一。

最近 Hendey (1974) 在英国硅藻名录里, 提出了一系列硅藻的科名, 我们基本上同意她的意见, 但也有一些与我们的意见不同。她又说在系统方面, 还没有接近自然分类。我们也有同感。

现在我们把硅藻的系统演化, 讨论于下:

一、生殖方面

生殖器官和生殖方式是植物分类系统中的一个重要依据。但在硅藻系统方面, 到现在为止, 还看不出什么关系。硅藻的生殖方式, 除一般的细胞分裂外, 还有复大孢子、小孢子、休眠孢子和冬季变态生殖等。在表 1 中概括了 135 种以上的例子, 其中复大孢子有文献记载的种类比较多, 小孢子、休眠孢子和变态生殖方面的例子, 比较少。

表 1 硅藻在各目中的几种生殖方式

生殖方式	复 大 孢 子				小孢子 Microspore	休眠孢子 Resting spore	变态生殖 Dimorphism
	无配生殖 Apogamy	自配生殖 Autogamy	等配生殖 Isogamy	异配生殖 Anisogamy			
1.圆筛藻目	+	+	-	+	+	+	-
2.盒形藻目	+	+	-	-	+	+	+
3.根管藻目	+	-	-	-	-	+	+
4.舟形藻目	+	+	-	+	-	-	-
5.等片藻目	+	+	-	+	-	+	-
6.弯杆藻目	+	+	+	+	-	+	-
7.褐指藻目	-	-	-	-	+	-	-
8.短缝藻目	-	-	+	-	+	-	-
9.双菱藻目	+	-	+	-	+	-	-

复大孢子的围孢膜 (Perizonium)，系果胶壁的扩大，是复大孢子的通性，只是有些较厚，有些较薄。我们认为在系统方面，没有特殊的意义。

Simonsen (1972) 认为休眠孢子是原始性的标志。这样可以把中心纲的三个目和等片藻目 (Diatomales) 与弯杆藻目 (Achnanthes) 联系起来。但是 Hendey (1974) 认为这是适应的结果，不能说明它们的同源。我们同意后者的意见。

所以，就目前的认识水平，从生殖方面的材料还不能看出硅藻的系统演化关系。

二、化石方面

关于化石方面的材料，我们搜集到的还很不完整，但是可以说明一些问题。它们在各地质年代里的数量分布，列入图 2。

在中生代侏罗纪以前，只有一些零星记录，但一般被人们所否定。

目前记载最早的，很多方面认为是可靠记录的，是侏罗纪圆箱藻属 (*Pyxidicula*) 的 2 个种，这是 Rothpletz (1896) 在德国发现的，属于圆筛藻科。但是还可能有更早的硅藻，而现在还没有发现。我们同意 Simonsen (1972) 的看法，硅藻的前身是一种无硅质壁的单细胞藻类。

在晚侏罗纪到早白垩世很长的期间内，出现了 11 属 13 种硅藻，分属 3 个科。我们同意 Small (1945) 的意见，种和属在同一时期内出现愈多的，是相对古老的，而种属较少的，是相对较年青的。从发展的观点，事物总是由少到多逐渐向前发展的。因此，这个时期所出现的硅藻，可以按照下列顺序安排：圆筛藻科 (Coscinodiscaceae) 是从前一个时期演化过来的，有 6 个属，安排在最早的位置；盒形藻科 (Biddulphiaceae) 有 5 个属，属第二；角盘藻科 (Eupodiscaceae) 只有 1 个属，安排在最后。

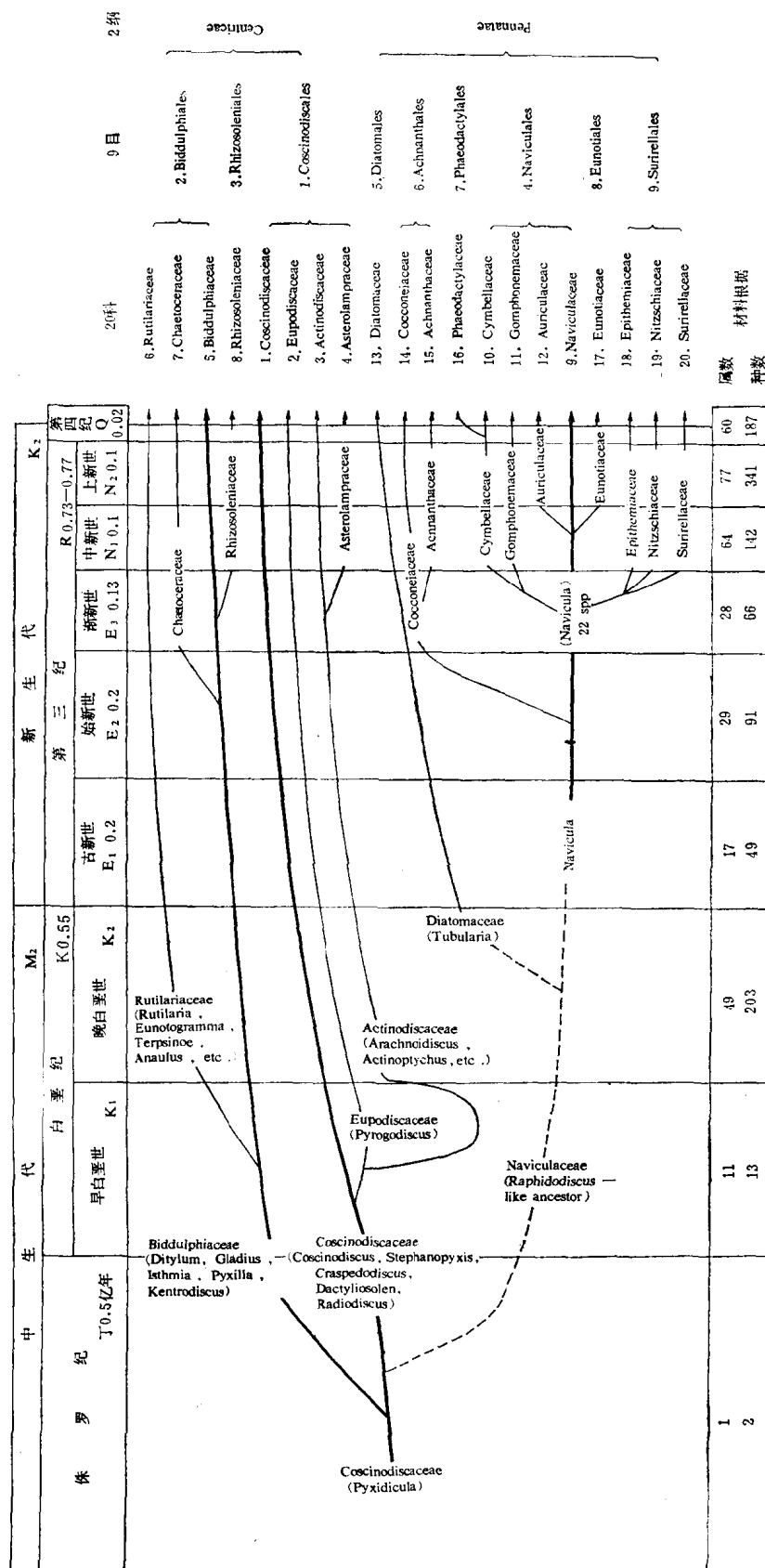


图 2 硅藻在各地质年代的分布和演化设想

晚白垩世出现的种类很多,说明硅藻在当时是相当发达的。但是,新科只出现三个。辐盘藻科 (Actinodiscaceae), 舟辐藻科 (Rutilariaceae) 和等片藻科 (Diatomaceae)。最后一科只找到管形藻 (*Tabularia*) 一个碎片。

在晚白垩世属数较多的科,共有 5 科。盒形藻科 (Biddulphiaceae) 有 14 个属,圆筛藻科 (Coscinodiscaceae) 有 10 个属,辐盘藻科 (Actinodiscaceae) 有 10 个属,角盘藻科 (Eupodiscaceae) 有 7 个属,和舟辐藻科有 5 个属。它们都有一定数量的种,是当时的优势种类。到现在,前两个科还保持着优势,而后三个科在地质史上有过很发达的时期,到后来因为不适应又逐渐减少了,其中很多属甚至灭绝了。中间三个科的断面是圆形的,共有 27 个属,这也是合乎规律的,因为侏罗纪的硅藻,断面都是圆形的。至于圆筛藻科甚至从晚侏罗纪到早白垩世,已经包含了现在这个科里的三个亚科的成员。但是在晚白垩世期间,还不应当把它们分为三个科,因为它们所包含的属的数量不多,形态也不特殊,应属于一个科,而分为三个亚科。

到了新生代古新世已有三种舟形藻 (*Navicula*) 出现,其中交织舟形藻 (*N. praelexia*) 和海氏舟形藻 (*N. hennedyi*) 自古新世一直延续到现在。到渐新世舟形藻已经达到了 22 个种了 (Small, 1946)。

在晚白垩世出现了管形藻,而在古新世出现了三种舟形藻这一事实,好象是由长形的无壳缝类演变为长形的具壳缝的硅藻。从现代硅藻来看,圆形是漂浮生活的特点,长形是行动的结果。从辐射对称到左右对称的构造,是和行动有密切关系的。只有在行动的同时,才产生左右对称。其它动植物也是这样,有行动能力的单细胞生物和多细胞动物,体型都是左右对称的。只有固着生活或漂游生活的动物和植物,它们的基本形态才是辐射对称的。只有能行动而再度过固着生活或漂游生活的硅藻,才保持着它们的左右对称的体型,而相应地产生一些固着粘胶,或增加浮力的构造。

在曲壳藻 (*Achnanthes*) 的扫描电镜里 (图 5, 6) 也可以理解壳缝和拟壳缝的关系。壳缝处因为有了缝,减弱了壳的强度,才相应地在缝的两侧增加了壳的厚度。以后壳缝消失而成为拟壳缝时,硅质壁没有减薄,这是理所当然的。决不可能在加厚的拟壳缝处产生壳缝。所以拟壳缝来自壳缝,而不是壳缝来自拟壳缝。又如等片藻科的蛾眉藻属 (*Ceratoneis*), 它具有中节、端节和拟壳缝,这也是壳缝消失的结果,决不是先有中节和端节,尔后再在拟壳缝中产生壳缝的。

因此,左右对称的管形藻,应是由具壳缝的左右对称者消失壳缝的结果。而从早期的情况来看,我们所知道的中心纲是早于羽纹纲的,壳面形状是由圆形演变成长形的,因此,类似中中新世的缝盘藻 (*Raphidodiscus*) (图 3, 4) 是最理想的羽纹纲的祖先。

缝盘藻壳面为圆形,外围部分的构造为辐射对称,但中央部分有中节和壳缝,能动,花纹呈放射状的两均对称。Karsten (1928) 把它们列为舟形藻属的异名。

始新世没有新种出现。

渐新世出现了“爬行”生活而失去背壳缝的卵形藻科 (Cocconeaceae), 它到中中新世产生了半固着生活的曲壳藻科 (Achnanthaceae)。在中心纲中还出现了过浮游生活的角毛藻科 (Chaetoceraceae) 的休眠孢子,但数量不多。

中中新世的缝盘藻 (*Raphidodiscus marylandicus*) 是一个广泛分布的硅藻,但在地质

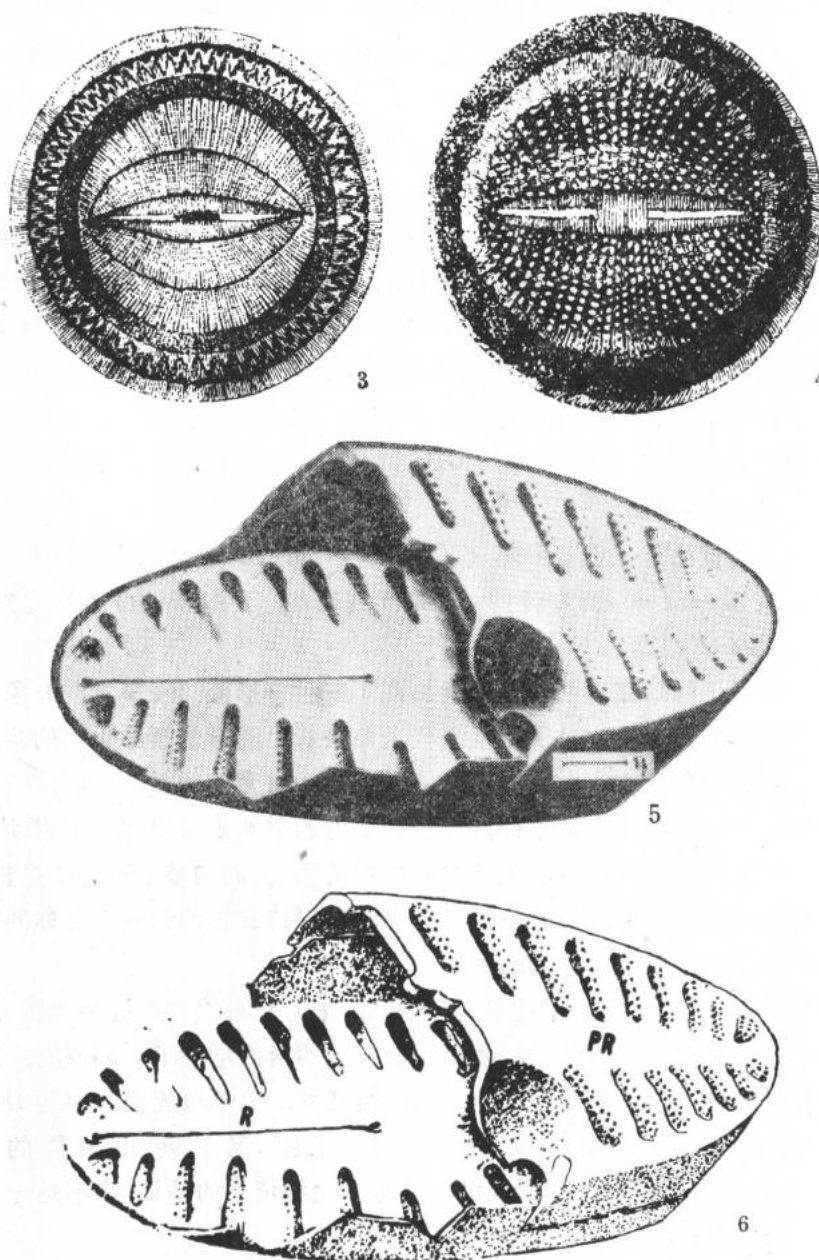


图 3-6

图 3, 4. 马里兰缝盘藻 (*Raphidodiscus marylandica*)

仿 Wolle, X500. 表示不同焦距所示的花纹。

图 5, 6. 披针曲壳藻 (*Achnanthes lanceolata*) 图 5 仿 Helmcke

& Krieger 电镜图, 图 6 由 Bourrelly 重组电镜的图。比例尺为 1 微米。

史上, 据说是生活得很短的一个种。

从中新世、上新世到第四纪, 新的硅藻科大量地出现, 特别是羽纹纲硅藻。和晚白垩世大量出现中心纲硅藻相似, 可以说是硅藻的两个盛期。这可能和当时的气候条件有关。

中新世出现了有适应浮游生活的根管藻科 (*Rhizosoleniaceae*) 而在前一地质年代出现的角毛藻科, 在此期间也有所发展。在圆筛藻目中还出现了星纹藻科 (*Asterolampraceae*)。

桥弯藻科 (Cymbeilaceae), 异极藻科 (Gomphonemaceae), 耳形藻科 (Auriculaceae) 与舟形藻科相似, 上下壳面都有壳缝, 只是壳端和壳面的形态不同, 但同属于一个目。

短缝藻目 (Eunotiales) 的短缝藻科 (Eunotiaceae), 曲壳藻目 (Achnanthes) 的卵形藻科 (Cocconeaceae) 和曲壳藻科 (Achnantheaceae), 都是从舟形藻科演化而来的, 只是从不同位置上消失壳缝的结果。窗纹藻科 (Epithemiaceae), 菱形藻科 (Nitzschiaceae) 和双菱藻科 (Surirellaceae) 都是能行动的, 它们来源于舟形藻科是无疑的, 但是行动器的构造和位置, 起了很大的变化, 成为管壳缝。因此, 另立为一个目也是无疑的。其中, 双菱藻科是菱形藻科的弯折的说法是有些道理的。

用化石材料来研究硅藻的系统演化, 只能说相对的正确, 还不能说是十全十美的, 缺点也不少。例如, 有些属在化石方面不易保存, 有些容易保存; 有些属已经找到, 有些属还没找到。特别不够的是, 有很多文献资料我们还没有阅读到。

关于硅藻今后的发展趋向, 第一类是能行动的羽纹类, 保持行动能力, 但限于浅水生活, 并常被水生动物所吞食。种类和数量不会太多。第二类是靠胶质连成的群体, 过固着生活。这一类包括中心类和羽纹类。它们也限于浅水, 因为一到深水就没有阳光, 同时赶不上高等藻类那样繁盛。第三类是靠浮游以生活的, 有中心类, 也有羽纹类。这一类是大量的, 它们可以生活在整个海洋有光层之中。它们发展的趋势是扩大表面面积和连成群体以增加浮力, 使它们保留在上层水域之中。但是过于繁杂的辐杆藻属, 也可能因为突出过多, 反而不易发展。浮游硅藻的限制因子, 是自身的过分繁殖和赖以生存的营养盐类供给之间的矛盾。

三、三角褐指藻

三角褐指藻没有化石材料。我们阅读了曾呈奎教授有关这个问题未发表的文章和 Lewin (1958) 的文章, 他们都认为卵形、棱形和三角形的个体是同一个种的三种不同形态。但是在卵形的个体上, 有一个和桥弯藻科相似的硅质壳面, 缺少另一个壳面, 也没有壳环带, 这和一般具有双壳面和壳环带的硅藻不同。我们认为, 它是桥弯藻科的进一步演化, 消失了一个壳面和整个壳环面的结果, 并且产生了另外两种无硅质的棱形细胞和三角形细胞。根据它的特殊的形态结构, 独立成为羽纹纲的一个目、一个科是合适的。

四、分 科

硅藻门 Bacillariophyta 分科检索表

(纲的特征以壳面花纹的排列为准。中心纲内以细胞主体为一级特征, 细胞突出物为二级特征。羽纹纲内以行动器为一级特征, 细胞的对称称为二级特征。细胞内隔片不作为分科的特点。)

1. 壳面花纹辐射对称。中心纲 Centricae

2. 壳面圆形, 个别呈半圆形、椭圆形或三角形。圆筛藻目 Coscinodiscales

3. 壳面花纹无纹眼或无“明显地分成小块” 1. 圆筛藻科 Coscinodisceae

4. 细胞球形或圆柱形, 偶有壳面呈椭圆形的, 常相连成长链。壳外套常发达

..... 1 a. 直链藻亚科 Melosiroideae

4. 细胞短柱形或长柱形, 靠硅质刺、硅质小突起、胶质丝或胶质块相连成链, 胞壁硅质很少
..... 1 b. 骨条藻亚科 *Skeletonemoideae*
4. 细胞盘形、鼓形, 常单独生活, 成链的极少。表面略有凸起, 凸得很高的不多, 有时扁平或略有凹入。壳环带花纹不明显。壳环套不特别发达
..... 1 c. 圆筛藻亚科 *Coscinodisoideae*
3. 壳面有明显的无纹眼, 有乳状突或粗短的大突起 2. 眼纹藻科 *Eupodisceae*
3. 壳面分成小块, 表面常凹凸不平。
5. 壳面中央不分块 3. 辐盘藻科 *Actinodisceae*
5. 分块达壳的中央 4. 星纹藻科 *Asterolampraceae*
2. 壳面长椭圆形、多角形或长形, 偶有椭圆形和圆形。盒形藻目 *Biddulphiales*
6. 壳面非长形
7. 刺毛短于细胞, 如长于细胞则有爪, 或没有刺毛。有突起 5. 盒形藻科 *Biddulphiaceae*
7. 刺毛长于细胞, 毛端无爪。细胞借角毛相连 6. 角毛藻科 *Chaetoceraceae*
6. 壳面长形 7. 舟辐藻科 *Rutilariaceae*
2. 壳面宽椭圆形, 偶有圆形。根管藻目 *Rhizosoleniales* 8. 根管藻科 *Rhizosoleniaceae*
1. 壳面花纹左右对称。羽纹纲 *Pennatae*
8. 两壳均具壳缝。舟形藻目 *Naviculales*
9. 壳面左右对称 9. 舟形藻科 *Naviculaceae*
9. 壳面左右不对称 10. 桥弯藻科 *Cymbellaceae*
9. 壳面上下端不对称 11. 异极藻科 *Gomphonemaceae*
9. 壳面很不对称, 弯转似人耳或肾形。两壳的龙骨突向同一方向转弯
..... 12. 耳形藻科 *Auriculaceae*
8. 壳缝多少退化。
10. 全部壳缝退化。等片藻目 *Diatomales* 13. 等片藻科 *Diatomaceae*
10. 单条壳缝退化。曲壳藻目 *Achnanthes*
11. 壳的横轴弯曲 14. 卵形藻科 *Cocconeaceae*
11. 壳的纵轴弯曲 15. 曲壳藻科 *Achnanthaceae*
10. 中部壳缝退化。短缝藻目 *Eunotiales* 17. 短缝藻科 *Eunotiaceae*
8. 壳环带和一个壳面退化, 有时全部硅质壁退化。褐指藻目 *Phaeodactylales*
..... 16. 褐指藻科 *Phaeodactylaceae*
8. 壳缝成为管壳缝者。双菱藻目 *Surirellales*
12. 管壳缝在壳面中央, 成人字形 18. 窗纹藻科 *Epithemiaceae*
12. 管壳缝在壳的一侧 19. 菱形藻科 *Nitzschiaceae*
12. 管壳缝在壳的两侧 20. 双菱藻科 *Surirellaceae*

五、分 属

每一个科里要包括哪些属, 也有不同的看法, 特别是中心纲各科里的安排。

分析五十年来, 从 Peragallo (1925), Boyer (1927), Schütt-Karsten (1896~1928), Hustedt (1930), Lebour (1930), Hendey (1937), Cupp (1943), Прошкина-Лавренко (1950), Hendey (1974) 等 9 个分类系统, 就可以明显地看出他们的不一致。但总的来看, 还是贯穿着 Smith-Schütt-Karsten-Hustedt 系统。其中 Lebour 有些新