

黑龙江省 管壳缝目植物研究

范亚文 著



东北林业大学出版社

黑龙江省管壳缝目植物研究

范亚文 著



东北林业大学出版社

Studied on Aulonoraphidinales(Surirellales) from Heilongjiang Province

Fan yawen

Northeast Forestry University Press

图书在版编目 (CIP) 数据

黑龙江省管壳缝目植物研究/范亚文著. —哈尔滨: 东北林业大学出版社,
2004.5

ISBN 7-81076-577-9

I. 黑... II. 范... III. 硅藻门—研究—黑龙江省 IV. Q949.27

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 045984 号

责任编辑: 王忠诚

封面设计: 彭 宇



NEFUP

黑龙江省管壳缝目植物研究

Heilongjiangsheng Guanke Fengmu Zhiwu Yanjiu

范亚文 著

东北林业大学出版社出版发行

(哈尔滨市和兴路 26 号)

哈尔滨工业大学印刷厂印装

开本 787 × 960 1/16 印张 7.5 字数 151 千字

2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月第 1 次印刷

印数 1—1 000 册

ISBN 7-81076-577-9

S·392 定价: 19.00 元

序

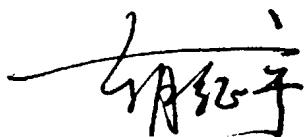
管壳缝目植物在硅藻中属于形态结构比较特殊的一个类群。它们具形态各异的壳面结构和位于龙骨之上的管状壳缝结构。其中有一些种类，由于其壳体小、种类繁多、壳缝结构复杂，从而成为管壳缝目中分类比较困难的一个类群。黑龙江省地处我国北部，其气候和环境特点决定该区域的水生植物资源必有其独特性及可研究性。而有关该区域管壳缝目的研究在国内涉及较少。而硅藻作为水域污染监测的重要生物学指标，在环境保护中也得到广泛应用。目前，硅藻在系统发生学、分子生物学等方面的研究也都取得了很大的发展。

本书对采自黑龙江省、辽宁省及内蒙古东部区域的管壳缝目硅藻植物进行了分类学研究。在经典分类的基础上，辅助于细微结构的研究，以期科学、系统、完整地总结出管壳缝目植物科、属、种的正确分类地位。以管壳缝目植物为研究对象，是在前人少有工作报告的基础上，利用不同的观察手段，进一步研究管壳缝目的形态结构特点、细微结构特点以及系统演化关系，同时观察到窗纹藻属在自然条件下所出现的不同发育阶段的形态特征，对科学、系统地总结出硅藻的系统发育、演化特点具有一定的参考价值，填补了我国有关硅藻形态发育研究的空白。同时为植物系统学研究增添有价值的新观点。

该书是范亚文博士多年从事硅藻研究工作的总结，是我国系统研究东北地区管壳缝目植物的重要参考文献，为我国硅藻基础分类学研究增添了新的内容。范亚文博士具有丰厚的知识储备和优良的科学研究素质，工作踏实，治学严谨，先后主持国家自然科学基金项目、黑龙江省自然科学基金项目和黑龙江省教委基金项目。在国

际合作方面，目前与俄罗斯藻类学家合作开展兴凯湖硅藻生态学的合作研究项目。

本书系统的研究内容，丰富了我国硅藻研究领域的理论资料，尤其对有意在硅藻方面发展的研究者将会有很大的参考意义，期望今后，范亚文博士在硅藻研究领域取得更大的进展和成就。

A handwritten signature in black ink, appearing to read '范亚文' (Fan Yawen), written in a cursive style.

2004 年 4 月

目 录

1 绪 论	(1)
1.1 管壳缝目植物研究概述	(1)
1.2 采集时间及地点分布	(3)
1.3 材料与方法	(7)
2 管壳缝目植物的分类特征及分类系统	(9)
2.1 分类特征	(9)
2.2 硅藻形态分类术语	(9)
2.3 分类系统	(10)
3 管壳缝目硅藻的形态结构 (光镜及扫描电镜)	(12)
3.1 窗纹藻科 (Epithemiaceae)	(12)
3.2 菱形藻科 (Nitzchiaceae)	(20)
3.3 双菱藻科 (Surirellaceae)	(40)
4 讨 论	(49)
4.1 管壳缝目植物的分类系统	(49)
4.2 窗纹藻属 (<i>Epithemia</i> Bréb.) 与菱形藻属 (<i>Nitzschia</i> Hassal.) 的细微结构	(52)
4.3 窗纹藻属 (<i>Epithemia</i> Bréb.) 的形态发育	(53)
4.4 黑龙江省及邻省 (区) 部分区域管壳缝目植物的 分布及特点	(54)
图版及说明	(74)
参考文献	(98)
英文摘要 (Summary)	(105)
后记	(107)

1/ 绪 论

1.1 管壳缝目植物研究概述

管壳缝目植物在硅藻中是形态结构比较特殊的一个类群。它们具形态各异的壳面结构和位于龙骨之上的管状壳缝结构。其中菱形藻科 (*Nitzschiaceae*) 由于其壳体小, 种类繁多, 壳缝结构复杂, 而成为管壳缝目中分类比较困难的一个类群。基于此, Grunow (1923) 曾根据一些分类特征, 特别是壳面龙骨 (keel) 的位置特点, 将菱形藻属 (*Nitzschia*) 分为 3 个组。而 Hustedt (1930) 认为龙骨这一特征由于标本的位置不同, 会造成分类上的误差, 因而不足以作为菱形藻属 (*Nitzschia*) 分组的主要依据。Hustedt (1930) 根据菱形藻属的壳面形状、壳缝的位置以及龙骨等特征将菱形藻属 (*Nitzschia*) 分为 13 个组。目前, 国内外许多藻类学者也都沿用了这个分类系统。

分类学是植物学研究的基础。管壳缝目的分类学研究开展较早。早在 19 世纪, Kütz (1807—1893)、Ehrenberg (1795—1876) 就对管壳缝目 (*Aulonographidinales*) 有过深入的研究。继他们之后 Hustedt 由于对硅藻的广泛研究, 使他成为 20 世纪一位最主要的硅藻研究学者, 他于 1930 年出版了《Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz usw.》, 系统地对管壳缝目 (*Biraphidinales*) 科、属、种进行了分类研究。他将管壳缝目分为 3 科 5 亚科 8 属 174 个分类单位, 并将菱形藻属 (*Nitzschia*) 分成几个类型组。此外 Cleve-Euler 也对管壳缝目的分类工作作出了杰出的贡献, 并著有专著《Diatomeen von Schweden und Finland》(1955)。进入 20 世纪特别是近二三十年来, 有关硅藻研究工作进展很快, 并在分类研究基础上结合硅藻植物的指示作

用而对环境进行相应的评价。美国、英国等许多发达国家都有许多学者专门从事硅藻的基础理论研究,并利用硅藻在环境监测应用方面做了大量工作,写出了许多论文、专著。如 Patrick & Reimer (1975) 发表了《美国硅藻志》(《Diatom of the United States》), Foged (1981) 发表了《阿拉斯加的硅藻》(《Diatom in Alaska》), 而近代的硅藻分类学家 German (1981) 系统地将管壳缝目(Biraphidinales)分为3科11属115个分类单位。目前对管壳缝目植物的研究技术和手段已从显微研究进入细微结构的研究,在这方面有着突出贡献的分类学家如: Round, F. E.; Mann D. G.; Kociolek, J. P.; Charels, D. F.; Lowe, R. L等。其中 Mann D. G. 曾对菱形藻属(*Nitzschia*)和菱板藻属(*Hantzschia*)的系统分类、细微结构以及繁殖等方面都有过深入的研究。硅藻作为水域污染监测的重要生物学指标,在环境保护中也得到广泛应用。目前,硅藻在系统发生学、分子生物学等方面的研究也都取得了很大的进展。

我国幅员辽阔,水系发达,生态环境复杂,硅藻资源丰富。1847年 Ehrenberg 首次报道了有关中国的硅藻。此后,俄国植物学家 Skvortzow 在 1928~1938 年间对中国硅藻做了大量研究工作,他有关管壳缝目硅藻的研究工作仅涉及大、小兴安岭地区的某些水域。黑龙江省地处我国北部,其气候和环境特点决定该区域的水生植物资源必有其独特性及可研究性,而有关该区域管壳缝目硅藻的研究工作在国内涉及较少。最早研究管壳缝目硅藻的学者为 20 世纪 30 年代的 Skvortzow, 40 年代的 Ueno, 共计报道东北不同区域的管壳缝目硅藻 25 种 21 变种。2001 年范亚文等报道了黑龙江省五大连池的管壳缝目植物共 3 科 6 属 38 种 10 变种 1 变型。

自 20 世纪 30 年代起,尤其 60 年代以后,我国学者在硅藻植物研究方面做了很多的工作。主要包括:饶钦止(1973)、金德祥(1978)、胡鸿钧等(1979)、朱惠忠和陈嘉佑(1989、1995、1996、2000)、齐雨藻等(1977)、包文美(1992)、范亚文等(2001)、施之新(1998)等人对我国不同地区的硅藻有过相应的研究报道。朱惠忠、陈嘉佑(2000)在《中国西藏硅藻》一书中共报道西藏硅藻 2

纲 7 目 12 科 44 属 906 种,是目前我国比较系统全面的对某一区域的硅藻分类研究。其中对管壳缝目硅藻(双菱藻目 Surirellales)报道比较完整,共计 3 科 8 属 137 个分类单位。李海玲、王全喜(未发表)2003 年也对新疆的管壳缝目硅藻进行了初步研究,共报道新疆管壳缝目硅藻植物 3 科 10 属 94 个分类单位。就现有的资料统计,目前我国管壳缝目硅藻共记录了 3 科 10 属 184 个分类单位。但由于一些条件的限制,以上工作多为光镜下显微结构的研究。

硅藻形态结构的形成与其发育中壳体所发生的变化是密不可分的。有关管壳缝目硅藻的形态发育,目前国内外报道很少。国外对硅藻的形态发育的研究多以实验室培养的藻类为研究对象,如 Cox (1999)对双壳缝类硅藻(Biraphid diatom)中 6 属的形态发育的研究以及 Tiffany (2002)对无壳缝类硅藻(Araphid diatom) *Gephyria media* W. Arnott 的形态发育研究,他们的研究材料多采用室内培养,其优点在于可以控制实验条件,观察到相对较完整的发育过程。我们观察到窗纹藻属 3 个种的不同发育过程,虽然并不是连续的发育过程,但也可清晰见到这些种类在自然条件下的不同发育阶段以及细胞内外结构所发生的变化。

1.2 采集时间及地点分布

采集地选择,我们以黑龙江省为采集中心,最远可达黑龙江省最北部的漠河,辽宁省内一部分区域,内蒙古自治区东部的牙克石、海拉尔等地,以及东北境内的主要水域(如:牡丹江、镜泊湖、五大连池、兴凯湖和国家级保护湿地——七星河等)。标本采集地共涉及 16 个采集地区 56 号标本。

标本采集所涉及的地区、自然情况、采集人及采集日期如下:

I. 黑龙江省

79035: 牡丹江,水田。

采集人: 包文美。1979-05-26

- 79047: 牡丹江, 水田。
采集人: 包文美。1979 - 05 - 26
- 79057: 镜泊湖。
采集人: 包文美。1979 - 05 - 27
- 79119: 东宁, 绥芬河, 大桥附近。
采集人: 包文美。1979 - 05 - 29
- 79160: 德都, 讷漠尔河大桥下。
采集人: 包文美。1979 - 06 - 06
- 79173: 五大连池, 药泉山矿泉水沟。水温: 8 ℃
采集人: 包文美。1979 - 06 - 07
- 79181: 德都, 药泉山下, 水泉旁。
采集人: 包文美。1979 - 06 - 07
- 79206: 五大连池, 药泉山。
采集人: 包文美。1979 - 06 - 08
- 79221: 五大连池, 德都。
采集人: 包文美。1979 - 06 - 08
- 79239: 札赉诺尔, 北大湖。
采集人: 包文美。1979 - 06 - 13
- 79285: 亚布力, 路旁死水泡。
采集人: 包文美。1979 - 08 - 19
- 79320: 帽儿山, 下水沟。
采集人: 包文美。1979 - 06 - 30
- 80046: 牡丹江, 两部水田。
采集人: 包文美。1980 - 06
- 80088: 绥芬河。
采集人: 包文美。1980 - 05
- 81383: 镜泊湖, 瀑布下, 静水中。水温: 15 ℃, pH 值: 6.8
采集人: 王全喜。1981 - 06 - 26
- 81354: 牡丹江, 镜泊湖, 南湖头。
采集人: 王全喜。1981 - 06 - 20

- 81362: 镜泊湖, 南湖头, 靠山泡。水温: 20 ℃, 气温: 25 ℃
pH 值: 6.5
采集人: 王全喜。1981-06-20
- 81403: 宁安, 稻田。
采集人: 王全喜。1981-07-20
- 81421: 兴凯湖, 小兴凯湖, 养殖场, 湖边漂浮。
采集人: 王全喜。1981-07-29
- 81426: 兴凯湖, 湖边固着。
采集人: 王全喜。1981-07-29
- 81432: 兴凯湖, 小兴凯湖养殖场。气温: 20 ℃, 水温: 17 ℃
采集人: 王全喜。1981-07-29
- 81445: 兴凯湖, 新开流。气温: 25 ℃, 水温: 15 ℃
采集人: 王全喜。1981-07-30
- 81457: 兴凯湖, 东北孢子中心。
采集人: 王全喜。1981-07-31
- 81458: 兴凯湖, 东北孢子中心。
采集人: 王全喜。1981-07-31
- 81461: 兴凯湖养殖场。水温: 27 ℃, 气温: 31 ℃, pH 值: 6.5
采集人: 王全喜。1981-07-31
- 81469: 兴凯湖分场, 东北孢子, 附着在水生植物上。pH 值: 6
采集人: 王全喜。1981-07-31
- 81461: 兴凯湖, 水温: 27 ℃, 气温: 30 ℃
采集人: 王全喜。1981-07-31
- 86118: 漠河, 铁路桥下水底。
采集人: 王全喜。1986-08-17
- 86156: 伊春, 五营, 汤旺河中。
采集人: 王全喜。1986-09-01
- 89103: 镜泊湖, 瀑布处流动水边。
采集人: 王全喜。1989-04-15
- 89134: 甘南, 水闸下静水, 水底固着。

- 采集人：王全喜。1989-04-28
- 90126: 五大连池, 南饮泉桥下, 流水出处。pH 值: 7.5
采集人：范亚文。1990-06-06
- 90131: 五大连池, 静水水底。
采集人：王全喜。1990-06-06
- 90184: 五大连池, 二池附近水泡。
采集人：王全喜。1990-09-15
- 90185: 五大连池, 药泉湖附近, 水泡, 水草上附着。
采集人：王全喜。1990-09-15
- 90194: 五大连池, 池内水草。
采集人：王全喜。1990-09-16
- 90189: 五大连池, 石龙河, 附着在岩石上。
采集人：王全喜。1990-09-16
- 91163: 镜泊湖, 稻田水沟。气温: 25 ℃, 水温: 21 ℃, pH 值:
7.5
采集人：王全喜。1991-07-04
- 91206: 五大连池, 附着在水草上。pH 值: 7.5
采集人：王全喜。1991-08-10
- 91222: 五大连池, 温泉水泡。
采集人：王全喜。1991-08-27
- 02005: 七星河, 船道, 西大泡。水温: 23 ℃, pH 值: 6.5
采集人：范亚文。2002-09-06
- 02008: 七星河, 船道, 西大泡距水文站 0.8 m 处。水温: 21 ℃,
pH 值: 6.5
采集人：范亚文。2002-09-06
- 02012: 七星河, 大泡子, 水面漂浮。水温: 23 ℃, pH 值: 6.5
采集人：范亚文。2002-09-06
- 02017: 七星河, 大泡子, 附着在莲叶根部。水温: 24 ℃, pH
值: 6
采集人：范亚文。2002-09-06

- 02027: 七星河, 大泡子。水温: 23 ℃, pH 值: 6.5
采集人: 范亚文。2002-09-06
- 02028: 七星河, 西大泡。水温: 22 ℃, pH 值: 6.5
采集人: 范亚文。2002-09-06
- 02031: 七星河, 大泡子。水温: 23 ℃, pH 值: 6.5
采集人: 范亚文。2002-09-06
- 02032: 七星河, 船道, 西大泡。水温: 23 ℃, pH 值: 6.5
采集人: 范亚文。2002-09-06
- 02036: 帽儿山, 南山水库。水温: 22 ℃。pH 值: 6.5
采集人: 刘保东。2002-09-28

II. 内蒙古自治区

- 86142: 加格达奇, 水塘。气温: 21 ℃, 水温: 18 ℃, pH 值: 6
采集人: 王全喜。1986-08-20
- 87272: 加格达奇, 水泡浅水。
采集人: 王全喜。1987-08-09
- 87283: 牙克石, 水塘。
采集人: 王全喜。1987-09-06
- 87286: 牙克石, 水塘。
采集人: 王全喜。1987-09-05
- 87289: 牙克石, 水塘。
采集人: 王全喜。1987-09-06
- 87290: 海拉尔, 小河岔。气温: 22 ℃, 水温: 18 ℃
采集人: 王全喜。1987-09-06

III. 辽宁省

- 87216: 铁岭, 七里屯, 稻田。
采集人: 王全喜。1987-06-30

1.3 材料与方法

标本采自黑龙江省及部分东北地区的湖泊、河流及其附近水体。

标本全部保存于 5% 福尔马林溶液中，标本从保存液中取出后经强酸煮沸，除去原生质，用蒸馏水洗净后，制成永久封片。利用 Olympus (BH2) 显微镜负相差观察，照像。扫描电镜是将烧制后的标本洗净，置于铜台上，喷金后，利用 HITACHI S - 520 电子显微镜进行观察、照像。

以上标本现存放于哈尔滨师范大学生命与环境科学学院。

2 管壳缝目植物的分类特征及分类系统

2.1 分类特征

管壳缝目植物上下壳面均具有壳缝结构。壳缝位于龙骨、管状结构或翼状结构中。

2.2 硅藻形态分类术语

Areolae (网纹或窝孔纹): 硅藻中网眼或孔形成的纹饰结构。

Cingulum (带板): 连接上壳和下壳的板状结构。

Epivalve (上壳): 硅藻细胞的上半面, 具带板, 一般比下壳大。

Fibulae (侧骨或壳缝肋纹): 在菱形藻属 (*Nitzschia*) 及其相关的种类中, 常常位于壳缝之下。其疏密程度、形状、大小都可作为分类的依据。

Frustule (硅藻细胞): 硅藻细胞的整个硅质壳, 由一个上壳、带板和一个下壳组成。

Girdle (带): 将硅藻细胞分为上壳和下壳。

Girdle View (带面观): 硅藻细胞的带面结构。

Hypovalve (下壳): 硅藻细胞的下半面, 具带板。

Mantle: (壳套): 壳面的边缘结构, 常为硅质。

Keel (龙骨): 凸起的硅质结构, 壳缝位于其上。

Costae (Rib) (肋纹): 硅藻内比较粗的纹饰, 肋纹之间常有网状纹饰出现。

Puncta (点纹): 硅藻细胞上的孔或洞, 其不同的排列组成壳面纹饰。

Raphe (壳缝): 壳面上一个长的裂缝, 与硅藻的运动有关。

Stria (壳纹): 硅藻细胞上的纹饰。

Valve (壳面): 由上壳和下壳构成。

Valve view (壳面观): 硅藻的壳面结构。

Virgae (主网纹): 硅藻结构中网状纹饰, 具细的分枝。

Vimines (侧网纹): 硅藻结构中网状纹饰, 与主网纹相交而生, 相对较细。

Sternum (隔板): 常与主网纹和侧网纹相连。

2.3 分类系统

本文采用 Hustedt (1930) 分类系统, 根据本书研究所观察的管壳缝目植物的形态结构特征分列检索表。

Bacillariophyta (硅藻门)

Pennales (羽纹纲)

Aulonographidinales (管壳缝目)

Family: Epithemiaeae (窗纹藻科)

Genus: *Epithemia* (窗纹藻属)

Genus: *Rhopalodia* (棒杆藻属)

Family: Nitzschiaceae (菱形藻科)

Genus: *Bacillaria* (杆状藻属)

Genus: *Hantzschia* (菱板藻属)

Genus: *Nitzschia* (菱形藻属)

Group: Tryblionellae (盘状藻)

Dubiae (可疑型藻)

Lineares (线形藻)

Dissipatae (细端藻)

Lanceolatae (披针形藻)