

甘肃尕海硅藻初报

倪依晨, 刘琪, 尤庆敏, 王全喜*

(上海师范大学生命与环境科学学院, 上海 200234)

摘要: 报道了 2011 年 8 月及 2012 年 10 月采自甘肃尕海的硅藻植物共 84 个分类单位, 包括 32 属 75 种 9 变种, 其中 4 种为中国新记录: *Gomphonema laticollum* E. Reichardt, *Navicula antonii* Lange-Bertalot, *Navicula seibigiana* Lange-Bertalot, *Stauroneis reichardii* Lange-Bertalot。对尕海硅藻的种类组成、生态特征进行了讨论。

关键词: 硅藻; 中国新纪录; 尕海

中图分类号: Q949. 27

文献标识码: A

文章编号: 2095-0837(2013)05-0445-09

Preliminary Studies on Diatoms from Gahai Lake, Gansu Province

NI Yi-Chen, LIU Qi, YOU Qing-Min, WANG Quan-Xi*

(College of Life and Environment Sciences, Shanghai Normal University, Shanghai 200234, China)

Abstract: A total of 84 taxa (including 32 genera, 75 species and 9 varieties) of diatoms from Gahai Lake were reported in this paper. Of these taxa, 4 species were new records in China: *Gomphonema laticollum* E. Reichardt, *Navicula antonii* Lange-Bertalot, *Navicula seibigiana* Lange-Bertalot, and *Stauroneis reichardii* Lange-Bertalot. The characteristic of species distribution and ecology was discussed.

Key words: Diatoms; New record in China; Gahai Lake

尕海-则岔国家级自然保护区(33°58'12"~34°32'16"N, 102°05'00"~102°47'39"E)位于甘肃省甘南藏族自治州碌曲县境内。尕海湿地总面积 31551 hm², 其中沼泽湿地面积 28991 hm², 湖泊湿地面积 2100 hm², 还有部分河流湿地。该湿地属于青藏高原气候带高寒湿润气候区, 年均气温 1.2℃, 年降水量 600~800 mm, 平均冬季 240 d, 与若尔盖湿地相邻, 是我国少见的集森林和野生动植物型、高原湿地型、高原草甸型三重功能为一体的珍稀野生动植物及其生态环境自然区。

2011 年 8 月及 2012 年 10 月, 我们对尕海湿地的不同生境进行了标本采集, 对其中的硅藻门植物进行了种类鉴定, 并初步分析了硅藻的种类组成和生态特征, 共鉴定硅藻有 84 个分类单位, 包括 32 属 75 种 9 变种。标本现存放于上海师范大学生

命与环境科学学院藻类标本室。

1 材料与方法

于 2011 年 8 月和 2012 年 10 月对尕海湿地进行藻类标本采集, 共采集标本 25 号。标本现场用 4% 的甲醛固定保存。在实验室内, 利用微波消解仪 CEM-MARS 对部分样品进行消解, 经蒸馏水数次洗涤后, 用 95% 酒精保存。取适量已处理样品用封片胶 (Naphrax) 固定, 制成永久封片^[1]。使用 Nikon E800 型、Nikon 80i 型光学显微镜 (LM) 以微分干涉差 100 倍镜下观察, 并用 Nikon DS-Ri1 进行显微拍照。使用 JEOL JSM-6380LV 扫描电子显微镜 (SEM) 对消解后的样品进行超微结构观察并拍照。标本鉴定参考文献[2-23]。

收稿日期: 2013-04-15, 修回日期: 2013-06-14。

基金项目: 国家自然科学基金(31270249, 31100151); 上海市教育委员会重点学科建设项目(J50401)。

作者简介: 倪依晨(1988-), 女, 硕士研究生, 从事藻类分类学研究(E-mail: morning1212@hotmail.com)。

* 通讯作者: 王全喜(1956-), 男, 教授, 主要从事藻类生物学和水域生态学的研究(E-mail: wangqx@shnu.edu.cn)。

2 结果与讨论

2.1 尕海硅藻的种类组成

尕海地处青藏高原的东部边缘向陇南山地和黄土高原的过渡地带，是我国少见的集森林和野生动

植物型、高原湿地型、高原草甸型三重功能为一体的珍稀野生动植物及其生态环境自然区。尕海的硅藻在藻类植物中占优势地位，种类丰富，经鉴定共发现 84 个分类单位，包括 32 属 75 种 9 变种，其中 4 种为中国新纪录。具体种类名录见表 1。

表 1 尕海硅藻名录
Table 1 Appendix list of diatoms identified in Gahai Lake

种类 Species	图版 Plate	种类 Species	图版 Plate
扭曲小环藻 <i>Cyclotella comta</i> (Ehr.) Kütz.	I : 16	布列毕松异极藻 <i>Gomphonema brebissonii</i> Kütz.	II : 9
梅尼小环藻 <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	I : 17	尖异极藻 <i>Gomphonema capitatum</i> Ehr.	II : 10
羽状窄十字脆杆藻 <i>Staurosirella pinnata</i> (Ehr.) D. M. Williams & Round	I : 21~23	宽颈异极藻 <i>Gomphonema laticollum</i> E. Reichardt	I : 1,5,6
寄生假十字脆杆藻近缢缩变种 <i>Pseudostaurosira parasitica</i> var. <i>subconstricta</i> Kram.	I : 25	小异极藻 <i>Gomphonema minutum</i> (C.Agardh) C. Agardh	II : 16
小型等片藻 <i>Diatoma mesodon</i> (Ehr.) Kütz.	I : 18	小型异极藻 <i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.	II : 14
念珠状等片藻 <i>Diatoma moniliformis</i> Kütz.	I : 19	小型异极藻细小变种 <i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>micropus</i> (Kütz.) Cleve	II : 15
二头针杆藻 <i>Synedra biceps</i> W. Smith	I : 32	假弱小异极藻 <i>Gomphonema pseudopusillum</i> E. Reichardt	II : 13
尖肘形藻 <i>Ulnaria acus</i> (Kütz.) M. Aboal	I : 31	平顶异极藻 <i>Gomphonema truncatum</i> Ehr.	II : 11
二头肘形藻 <i>Ulnaria biceps</i> (Kütz.) P. Compère	I : 33	微型曲壳藻 <i>Achnanthidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarnecki	I : 24
头状肘形藻 <i>Ulnaria capitata</i> (Ehr.) P. Compère	I : 30	扁圆卵形藻 <i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	II : 19
窗格平板藻 <i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kütz.	I : 29	柄卵形藻 <i>Cocconeis pediculus</i> Ehr.	II : 20
矛盾短缝藻 <i>Eunotia ambivalens</i> Lange-Bert. & Tagliaventi	I : 28	偏肿泥生藻 <i>Luticola ventricosa</i> (Kütz.) D. G. Mann	I : 26
拱形短缝藻 <i>Eunotia arcubus</i> M. Nörpel & Lange-Bert.	I : 20	宽幅长萼藻 <i>Neidium ampliatus</i> cf. <i>ampliatum</i> (Ehr.) Krammer	II : 33
缺刻短缝藻 <i>Eunotia incisa</i> W. Smith ex W. Gregory	I : 27	肯特长萼藻 <i>Neidium</i> cf. <i>khentiiense</i> D. Metzeltin	II : 31,32
新箱形桥弯藻新月变种 <i>Cymbella neocistula</i> var. <i>lunata</i> Kram.	II : 2	杆状鞍型藻 <i>Sellaphora bacillum</i> (Ehr.) D. G. Mann	II : 22
近缘形桥弯藻 <i>Cymbella affiniiformis</i> Kram.	II : 6	布莱克福德鞍型藻 <i>Sellaphora blackfordensis</i> D. G. Mann & S.Droop	II : 23,24
多西诺桥弯藻 <i>Cymbella dorsenotata</i> Østrup	II : 4	瞳孔鞍型藻 <i>Sellaphora pupula</i> (Kütz.) Mereschkovsky	II : 25
汉茨桥弯藻 <i>Cymbella hantzschiana</i> Kram.	II : 8	极细羽纹藻 <i>Pinnularia perspicua</i> K. Kram.	II : 38
新箱形桥弯藻 <i>Cymbella neocistula</i> Kram.	II : 3	布列毕松羽纹藻 <i>Pinnularia brebissonii</i> (Kütz.) Rabenhorst	II : 39
多西诺桥弯藻 <i>Cymbella proxima</i> Reimer	II : 5	近弯羽纹藻 <i>Pinnularia subgibba</i> Kram.	II : 36
近细长桥弯藻 <i>Cymbella subleptoceros</i> Kram.	II : 7	近弯羽纹藻近线性变种 <i>Pinnularia subgibba</i> var. <i>sublinearis</i> K. Kram.	II : 37
宽形弯肋藻 <i>Cymboppleura lata</i> (Grun.) Kram.	II : 1	淡绿型羽纹藻 <i>Pinnularia viridiformis</i> K. Kram.	II : 35
长圆弯肋藻 <i>Cymboppleura oblongata</i> K. Kram.	II : 17	微绿羽纹藻 <i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehr.	II : 34
西里西亚内丝藻 <i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D. G. Mann	II : 18	短角美壁藻 <i>Caloneis silicula</i> (Ehr.) Cleve	II : 26
细小尖月藻 <i>Encyonopsis minuta</i> Kram. & E. Reichardt	II : 29,30	短角美壁藻截形变种 <i>Caloneis silicula</i> var. <i>truncatula</i> Grun.	II : 21
尖异极藻 <i>Gomphonema acuminatum</i> Ehr.	II : 12	极长圆舟形藻 <i>Navicula peroblunga</i> D. Metzeltin, H. Lange-Bertalot & S. Nergui	I : 4,12

续表 1

种类 Species	图版 Plate	种类 Species	图版 Plate
西比舟形藻 <i>Navicula seibigiana</i> Lange-Bert.	I : 3,7~9	密集菱板藻 <i>Hantzschia compacta</i> (Hust.) Lange-Bert.	Ⅲ : 7
狭长舟形藻 <i>Navicula phylleptosoma</i> Lange-Bert.	Ⅲ : 4	渐窄盘杆藻 <i>Tryblionella angustata</i> W. Smith	Ⅲ : 25
安氏舟形藻 <i>Navicula antonii</i> Lange-Bert.	I : 2,13~15	莱维迪盘杆藻 <i>Tryblionella levidensis</i> W. Smith	Ⅲ : 17
荔波舟形藻 <i>Navicula libonensis</i> Schoeman	Ⅲ : 3	细菱形藻 <i>Nitzschia acicularis</i> (Kütz.) W. Smith	Ⅲ : 12
放射舟形藻 <i>Navicula radiosa</i> Kütz.	Ⅲ : 1	双头菱形藻 <i>Nitzschia amphibia</i> Grun.	Ⅲ : 14
琐细舟形藻 <i>Navicula trivialis</i> Lange-Bert.	Ⅲ : 2	多变菱形藻 <i>Nitzschia commutata</i> Grun.	Ⅲ : 10
尖布纹藻 <i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabh.	Ⅲ : 24	谷皮菱形藻 <i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Smith	Ⅲ : 15
瑞卡德辐节藻 <i>Stauroneis reichardtii</i> Lange-Bert.	I : 10,11	弯曲菱形藻德洛变种 <i>Nitzschia sinuata</i> var. <i>delognei</i> (Grun.) Lange-Bert.	Ⅲ : 13
紫心辐节藻 <i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehr.	Ⅲ : 23	近线形菱形藻 <i>Nitzschia sublinearis</i> Hustedt	Ⅲ : 11
模糊杯状藻 <i>Craticula ambigua</i> (Ehr.) D. G. Mann	Ⅲ : 20	脐形菱形藻 <i>Nitzschia umbonata</i> (Ehr.) Lange-Bert.	Ⅲ : 16
尖头杯状藻 <i>Craticula cuspidata</i> (Kütz.) D. G. Mann	Ⅲ : 19	侧生窗纹藻 <i>Epithemia adnata</i> (Kütz.) Brébisson	Ⅱ : 27
结合双眉藻 <i>Amphora copulata</i> (Kütz.) Schoeman & Archibald	Ⅲ : 27	鼠形窗纹藻 <i>Epithemia sorex</i> Kütz.	Ⅱ : 28
吉斯菱板藻 <i>Hantzschia giessiana</i> Lange-Bert.& Rumrich	Ⅲ : 9	膨大窗纹藻颗粒变种 <i>Epithemia turgida</i> var. <i>granulata</i> (Ehr.) Brun	Ⅲ : 22
丰富菱板藻 <i>Hantzschia abundans</i> Lange-Bert.	Ⅲ : 5	弯棒杆藻 <i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) O. F. Müller	Ⅲ : 26
双尖菱板藻小头变种 <i>Hantzschia amphioxys</i> var. <i>capitata</i> O. F. Müller	Ⅲ : 6	窄双菱藻 <i>Surirella angusta</i> Kütz.	Ⅲ : 18
双尖菱板藻极大变种 <i>Hantzschia amphioxys</i> var. <i>major</i> Grun.	Ⅲ : 8	草鞋形波缘藻 <i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W. Smith	Ⅲ : 21

2.2 尕海硅藻的中国新记录

(1)宽颈异极藻(图版 I : 1, 5, 6)

Gomphonema laticollum E. Reichardt 2001, p. 199, pl. 5, figs. 1–14; Horst Lange-Bertalot, 2009, pl. 167, figs. 1–7.

LM: 壳面楔状棒形, 上端呈宽圆形, 膨大且向下渐狭, 中部略宽呈弧形膨大, 下端狭圆形。长 18~52 μm, 宽 6~10.5 μm。中央区横矩形或略呈圆形, 一侧具 1 条短线纹和 1 个孤点, 另一侧具 1~2 条短线纹。10 μm 内具线纹 11~12 条。

SEM: 壳缝波形。中央区可见一圆形孤点。近缝端稍延伸呈圆形膨大, 略微弯转向初生面。远缝端弯转向次生面。在上端, 壳缝末端呈“?”形弯转, 并延伸至壳套面; 在下端, 壳缝末端呈镰刀状弯转, 将顶孔区一分为二。顶孔区由数排密集的小孔组成。线纹由单排孔纹组成, 孔纹呈“C”或“S”等不规则形状。

生境: 湖泊。水温: 11.3 ~ 15.3℃。pH:

8.2~9.2。

标本产地: 甘肃尕海。

国外分布: 蒙古。

讨论: *Gomphonema laticollum* 与 *G. italicum* 壳面大小相近, 经常被混淆。不同之处在于: *G. laticollum* 壳体上端明显膨大, 而 *G. italicum* 壳体上端不具明显的膨大。

(2)安氏舟形藻(图版 I : 2, 13~15)

Navicula antonii Rumrich, U., Lange-Bertalot, H. & Rumrich, M., 2000, p. 155, Tafel. 46, figs. 18 – 21; Horst Lange-Bertalot, 2001, p. 15, pl. 13, figs. 1–15.

LM: 壳面宽披针形, 末端楔形, 极少有轻微延长。壳面长 13.8~19.0 μm, 宽 4.1~4.6 μm。壳缝纤维状。轴区狭窄, 中央区小且不规则。10 μm 内具线纹 17~21 条。

SEM: 壳缝直或微曲。近缝端呈水滴状, 略微延伸并向次生面弯转。远缝端呈明显钩状向次生

面弯转并延伸至壳套面。次生面可观察到不规则孔纹(图版 I: 2a), 即沃伊特现象(The voigt fault)。线纹由单排孔纹组成, 孔纹呈长裂缝状。

生境: 湖泊。水温: 11.3 ~ 14.9℃。pH: 8.5~9.2。

标本产地: 甘肃尕海。

国外分布: 蒙古。

讨论: *Navicula antonii* 与 *N. meniscusculus* 形态十分相似, 不同之处在于: 前者体积相对较小。*N. meniscusculus* 壳面长 32~50 μm, 宽 11~12.5 μm。

(3) 西比舟形藻(图版 I: 3, 7~9)

Navicula seibigiana Lange-Bertalot 1993: 137; pl. 44, fig. 6-15; Horst Lange-Bertalot, 2001, p. 66, pl. 16, figs. 31-34.

LM: 壳面披针形、卵形。末端钝圆, 轻度延伸一段距离。壳面长 18.8~24.6 μm, 宽 4.8~5.1 μm。轴区狭窄线形, 中央区不规则, 壳面中部线纹呈强辐射状, 近两端逐渐会聚。10 μm 内具线纹 12~14 条。

SEM: 壳缝直或微曲。近缝端呈水滴状, 略微延伸并向次生面弯转。远缝端呈钩状弯向次生面。线纹由单排形孔纹组成, 孔纹呈长缝形。在内壳面, 远缝端延伸至螺旋舌内。

生境: 湖泊。水温: 11.1 ~ 14.9℃。pH: 7.9~9.9。

标本产地: 甘肃尕海。

国外分布: 欧洲(波兰、瑞士、苏格兰), 南极洲(詹姆斯罗斯岛)。

讨论: *Navicula seibigiana* 与 *N. cincta* 形态相似。不同之处在于: *N. seibigiana* 的点纹密度小, 约为 36 个/10 μm, 而 *N. cincta* 的点纹密度大, 约为 40 个/10 μm。该特征仅在电镜下可观察到。

(4) 瑞卡德辐节藻(图版 I: 10, 11)

Stauroneis reichardtii H. Lange-Bertalot, P. Cavacini, N. Tagliaventi & S. Alfinito 2003, p. 142; pl. 36, figs. 1-8, pl. 37, figs. 1-14, pl. 61, figs. 6-7.

LM: 壳面线形椭圆形-披针形。末端急剧延长, 呈头状。长 33.5~36.2 μm, 宽 8.1~11.5 μm。没有假隔膜, 壳缝近缝端横向并具有不明显的中央孔

纹。轴区线形且狭窄, 中央区呈绷带状延伸至壳面边缘。线纹始终呈放射状, 中央较两端辐射程度弱。10 μm 内具线纹 27~28 条。

SEM: 壳缝线形微曲。近缝端呈圆形膨大并略向次生面弯转。远缝端延伸至壳套面, 并向次生面弯转。线纹由单排孔纹组成, 孔纹呈短缝形。

生境: 湖泊。水温: 11.1 ~ 13.9℃。pH: 7.9~8.0。

标本产地: 甘肃尕海。

国外分布: 南美洲, 欧洲(意大利)。

讨论: *Stauroneis reichardtii* 与 *S. anceps* 形态相似。不同之处在于: *S. reichardtii* 壳体末端呈头状, 而 *S. anceps* 的壳体末端延长至喙状。

3 尕海硅藻的生态特征

尕海的硅藻标本采自浮游、水生高等植物附着、丝状藻附着及底栖 4 种生境。在不同生境中, 种类组成和数量显著不同。丝状藻附着的生境中硅藻种类最多, 共观察到 58 种 7 变种, 其中 *Ulnaria biceps* (Kütz.) P. Compère、*Cymbella hantzschiana* Kram.、*Cymboplectura oblongata* Kram.、*Navicula peroblonga* Lange-Bert.、*N. libonensis* Schoeman、*N. trivialis* Lange-Bert.、*Amphora copulata* (Kütz.) Schoeman & Archibald 等种类数量较多, 为该生境的常见种类; 其次是水生高等植物附着的生境中, 观察到 40 种 3 变种, 其中 *Stauroneis phoenicenteron* (Nitzsch) Ehr.、*Nitzschia commutata* Grun.、*Epithemia sorex* Kütz. 数量较多, 成为该生境的常见种类; 在浮游生境中的种类较少, 共 21 种 7 变种, 其中 *Ulnaria biceps* (Kütz.) P. Compère、*Navicula libonensis* Schoeman、*N. trivialis* Lange-Bert. 数量较多, 为该生境的常见种类; 底栖生境中硅藻种类最少, 仅观察到 2 个种类: *Navicula libonensis* Schoeman 和 *Cymatopleura solea* (Brébisson) W. Smith。

整体上看, 尕海地区的硅藻种类较丰富, 数量也较多。以普生淡水种为主, 如 *Navicula radiosa* Kütz.、*Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehr.、*Cyclotella meneghiniana* Kütz.、*Sellaphora pupula* (Kütz.) Mereschkovsky 等; 附生性种类较多, 如

Ulnaria biceps (Kütz.) P. Compère、*Cymbella dorsenotata* Østrup、*Cymbella proxima* Reimer、*Gomphonema parvulum* (Kütz.) Kütz. 等, 其中 *U. biceps* 数量最多, 这与采集的硅藻标本多为水草或石头上的附着物有关。

同时发现有 14 个嗜碱种类, 如 *Cocconeis pediculus* Ehr.、*Cyclotella comta* (Ehr.) Kütz.、*Cymatopleura solea* (Brébisson) W. Smith、*Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabh. 等, 其中 *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabh. 仅在碱性水体中有报道^[19], 反应了该区水体属于中性偏盐碱的特点。

参考文献:

- [1] 朱惠忠, 陈嘉佑. 中国西藏硅藻[M]. 北京: 科学出版社, 2000: 1-353.
- [2] 刘妍. 大兴安岭达尔滨湖及其周围沼泽硅藻的研究[D]. 上海: 上海师范大学, 2007.
- [3] 刘妍, 尤庆敏, 王全喜. 福建金门岛的淡水硅藻初报[J]. 武汉植物学研究, 2006, 24(1): 38-46.
- [4] 齐雨藻. 中国淡水藻志: 第4卷, 硅藻门中心纲[M]. 北京: 科学出版社, 1995: 1-104.
- [5] 施之新. 中国淡水藻志: 第12卷, 硅藻门, 异极藻科[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 1-147.
- [6] 李家英. 中国淡水藻志: 第12卷, 硅藻门, 舟形藻科[M]. 北京: 科学出版社, 2010: 1-177.
- [7] 尤庆敏. 中国新疆硅藻区系分类初步研究[D]. 上海: 上海师范大学, 2006.
- [8] 尤庆敏, 李海玲, 王全喜. 新疆喀纳斯地区硅藻初报[J]. 武汉植物学研究, 2005, 23(3): 247-256.
- [9] Krammer K, Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae [M]. Band 2/1. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 1997: 440.
- [10] Krammer K, Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae [M]. Band 2/2. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 1997: 610.
- [11] Krammer K, Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae [M]. Band 2/3. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 2004: 612.
- [12] Krammer K, Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthes s. 1., Navicula s. str., Gomphonema [M]. Band 2/4. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 2003: 468.
- [13] Krammer K, Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. Part 5: English and French translation of the keys [M]. Band 2/5. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 2000: 311.
- [14] Krammer K. Diatoms of Europe. Volume 1: The genus *Pinnularia* [M]. Ruggell: Gantner Verlag Kommanditgesellschaft, 2000: 703.
- [15] Krammer K. Diatoms of Europe. Volume 3: *Cymbella* [M]. Ruggell: Gantner Verlag Kommanditgesellschaft, 2002: 584.
- [16] Lange-Bertalot H. 85 neue taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa [J]. *Bibliotheca Diatomologica*, 1993, 27: 1-164.
- [17] Lange-Bertalot H. Diatoms of Europe. Volume 2: *Navicula* sensu stricto, 10 Genera Separated from *Navicula* sensu lato, *Frustulia* [M]. Ruggell: Gantner Verlag Kommanditgesellschaft, 2001: 526.
- [18] Lange-Bertalot H, Cavacini P, Tagliaventi N, Alfinito S. Diatoms of Sardinia: Rare and 76 New Species in Rock Pools and Other Ephemeral Waters [M]. *Iconographia Diatomologica* 12. Ruggell: Gantner Verlag Kommanditgesellschaft, 2003: 438.
- [19] Lowe R L. Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms [J]. *Environmental Protection Agency*, 1974, 670/4-74-005: 333.
- [20] Metzeltin D, Lange-Bertalot H, Nergui S. Diatoms in Mongolia [M]. *Iconographia Diatomologica* 20. Ruggell: Gantner Verlag Kommanditgesellschaft, 2009: 1-686.
- [21] Reichardt E. Revision der Arten um *Gomphonema truncatum* und *G. capitatum* [M] // Jahn R, Kociolek J P, Witkowski A, Compère P eds. Lange-Bertalot-Festschrift: Studies on Diatoms. Dedicated to Prof. Dr. Dr. h. c. Horst Lange-Bertalot on the occasion of his 65th Birthday. Ruggell: Gantner Verlag Kommanditgesellschaft, 2001: 187-224.
- [22] Round F E, Crawford R M, Mann D G. The *Diatoms* [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- [23] Rumrich U, Lange-Bertalot H, Rumrich M. *Diatoms of the Andes. From Venezuela to Patagonia/Tierra del Fuego and Two Additional Contributions* [M]. *Iconographia Diatomologica* 9. Ruggell: Gantner Verlag Kommanditgesellschaft, 2000: 673.

图版说明

Plate I : 1. 宽颈异极藻: 1a. 外壳面观整体; 1b. 头端外壳面观, 壳缝末端转向一侧; 1c. 中央区的外壳面观, 可见一孤点; 1d. 下端外壳面观, 足孔区一分为二。2. 安氏舟形藻: 2a. 外壳面观整体, 箭头所指为沃伊特现象; 2b, 2d. 壳缝两个远缝端的细节图; 2c. 中央区及壳缝近缝端细节图。3. 西比舟形藻: 3a. 外壳面观整体; 3b. 远缝端外壳面观, 壳缝钩向一侧; 3c. 中央区及壳缝近缝端细节图; 3d. 远缝端内壳面观, 可见一螺旋舌。4. 极长圆舟形藻: 4a. 外壳面观整体; 4b, 4d. 两个远缝端细节图, 壳缝末端转向同侧; 4c. 中央区的外壳面观。5, 6. 宽颈异极藻。7~9. 西比舟形藻。10. 瑞卡德辐节藻: 10a. 中央区的外壳面观; 10b. 壳面一端的外壳面观。11. 瑞卡德辐节藻。12. 极长圆舟形藻。13~15. 安氏舟形藻。16. 扭曲小环藻。17. 梅尼小环藻。18. 小型等片藻。19. 念珠状等片藻。20. 拱形短缝藻。21~23. 羽状窄十字脆杆藻。24. 微型曲壳藻。25. 寄生假十字脆杆藻近缢缩变种。26. 偏肿泥生藻。27. 缺刻短缝藻。28. 矛盾短缝藻。29. 窗格平板藻。30. 头状肘形藻。31. 尖肘形藻。32. 二头针杆藻。33. 二头肘形藻。(1~4, 10 为扫描电子显微镜图片, 标尺已在图版中标出。5~9, 11~33 为光学显微镜图片, 标尺 = 10 μm)

Plate II : 1. 宽形弯肋藻; 2. 新箱形桥弯藻新月变种; 3. 新箱形桥弯藻; 4. 多西诺桥弯藻; 5. 近桥弯藻; 6. 近缘形桥弯藻; 7. 近细长桥弯藻; 8. 汉茨桥弯藻; 9. 布列毕松异极藻; 10. 尖异极藻; 11. 平顶异极藻; 12. 尖异极藻; 13. 假弱小异极藻; 14. 小型异极藻; 15. 小型异极藻细小变种; 16. 小异极藻; 17. 长圆弯肋藻; 18. 西里西亚内丝藻; 19. 扁圆卵形藻; 20. 柄卵形藻; 21. 短角美壁藻截形变种; 22. 杆状鞍型藻; 23, 24. 布莱克福德鞍型藻; 25. 瞳孔鞍型藻; 26. 短角美壁藻; 27. 侧生窗纹藻; 28. 鼠形窗纹藻; 29, 30. 细小尖月藻; 31, 32. 肯特长篦藻; 33. 宽幅长篦藻; 34. 微绿羽纹藻; 35. 淡绿型羽纹藻; 36. 近弯羽纹藻; 37. 近弯羽纹藻近线性变种; 38. 极细羽纹藻; 39. 布列毕松羽纹藻。均为光学显微镜图片, 标尺 = 10 μm 。

Plate III : 1. 放射舟形藻; 2. 琐细舟形藻; 3. 荔波舟形藻; 4. 狭长舟形藻; 5. 丰富菱板藻; 6. 双尖菱板藻小头变种; 7. 密集菱板藻; 8. 双尖菱板藻极大变种; 9. 吉斯菱板藻; 10. 多变菱形藻; 11. 近线形菱形藻; 12. 细菱形藻; 13. 弯曲菱形藻德洛变种; 14. 双头菱形藻; 15. 谷皮菱形藻; 16. 脐形菱形藻; 17. 莱维迪盘杆藻; 18. 窄双菱藻; 19. 尖头杯状藻; 20. 模糊杯状藻; 21. 草鞋形波缘藻; 22. 膨大窗纹藻颗粒变种; 23. 紫心辐节藻; 24. 尖布纹藻; 25. 渐窄盘杆藻; 26. 弯棒杆藻; 27. 结合双眉藻。均为光学显微镜图片, 标尺 = 10 μm 。

Explanation of Plate

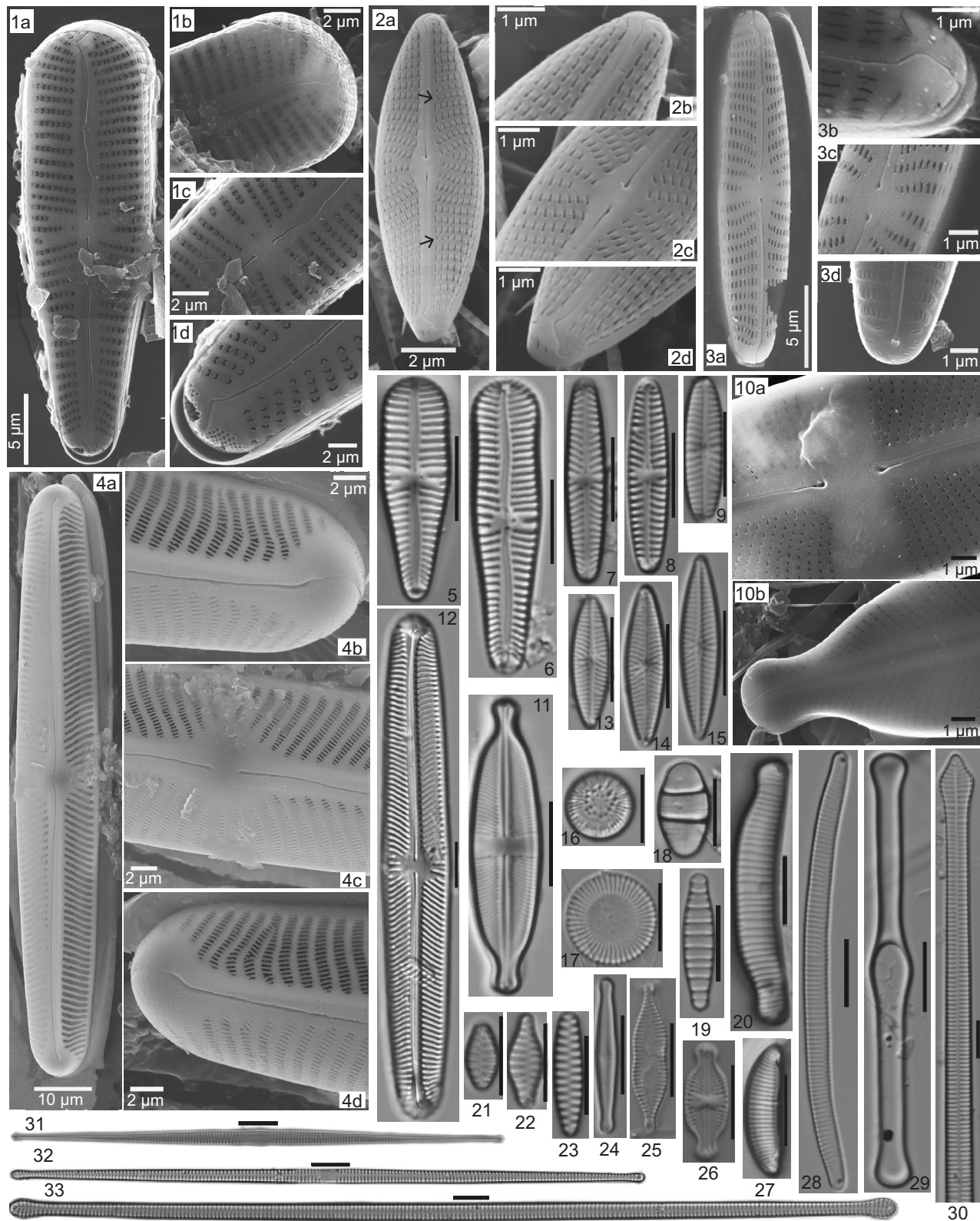
Plate I: 1. *Gomphonema laticollum*; Fig. 1a. External view of entire valve; Fig. 1b. External view of headpole, with deflected distal raphe ends; Fig. 1c. External view of central area with a small round stigma; Fig. 1d. External view of footpole, with apical pore fields bilobed. 2. *Navicula antonii*; Fig. 2a. External view of entire valve. Arrows show voigt faults; Fig. 2b, 2d. Details of apices with hooked terminal fissures; Fig. 2c. Details of central area and central poles. 3. *Navicula seibigiana*; Fig. 3a. External view of entire valve; Fig. 3b. External view of valve apex with hooked terminal fissure; Fig. 3c. Details of central area and central poles; Fig. 3d. Internal view of valve apex with typical helictoglossa. 4. *Navicula peroblunga*; Fig. 4a. External view of entire valve; Fig. 4b, 4d. Details of apices with hooked terminal fissures; Fig. 4c. External view of central area. 5, 6. *Gomphonema laticollum*. 7~9. *Navicula seibigiana*. 10. *Stauroneis reichardtii*; Fig. 10a. External view of central area; Fig. 10b. External view of valve apex. 11. *Stauroneis reichardtii*. 12. *Navicula peroblunga*. 13~15. *Navicula antonii*. 16. *Cyclotella comta*. 17. *Cyclotella meneghiniana*. 18. *Diatoma mesodon*. 19. *Diatoma moniliformis*. 20. *Eunotia arcubus*. 21~23. *Staurosirella pinnata*. 24. *Achnanthisidium minutissimum*. 25. *Pseudostaurosira parasitica* var. *Subconstricta*. 26. *Luticola ventricosa*. 27. *Eunotia incisa*. 28. *Eunotia ambivalens*. 29. *Tabellaria fenestrata*. 30. *Ulnaria capitata*. 31. *Ulnaria acus*. 32. *Synedra biceps*. 33. *Ulnaria biceps*. (Fig. 1~4, Fig. 10. SEM. Scale bars showed in plate. Fig. 5~9, 11~33. LM. Scale bar = 10 μm)

Plate II: 1. *Cymboplectra lata*; 2. *Cymbella neocistula* var. *lunata*; 3. *Cymbella neocistula*; 4. *Cymbella dorsenotata*; 5. *Cymbella proxima*; 6. *Cymbella affinisformis*; 7. *Cymbella subleptoceros*; 8. *Cymbella hantzschiana*; 9. *Gomphonema brebissonii*; 10. *Gomphonema capitatum*; 11. *Gomphonema truncatum*; 12. *Gomphonema acuminatum*; 13. *Gomphonema pseudopusillum*; 14. *Gomphonema parvulum*; 15. *Gomphonema parvulum* var. *micropus*; 16. *Gomphonema minutum*; 17. *Cymboplectra oblongata*; 18. *Encyonema silesiacum*; 19. *Cocconeis placentula*; 20. *Cocconeis pediculus*; 21. *Caloneis silicula* var. *truncatula*; 22. *Caloneis falcifera*; 23. *Sellaphora bacillum*; 24. *Sellaphora blackfordensis*; 25. *Sellaphora pupula*; 26. *Caloneis silicula*; 27. *Epithemia adnata*; 28. *Epithemia sores*; 29, 30. *Encyonopsis minuta*; 31, 32. *Neidium* cf. *khentien*; 33. *Neidium ampliatus* cf. *Ampliatum*; 34. *Pinnularia viridis*; 35. *Pinnularia viridiformis*; 36. *Pinnularia subgibba*; 37. *Pinnularia subgibba* var. *sublinearis*; 38. *Pinnularia perspicua*; 39. *Pinnularia brebissonii*. (LM. Scale bar = 10 μm)

Plate III: 1. *Navicula radiosa*; 2. *Navicula trivialis*; 3. *Navicula libonensis*; 4. *Navicula phylleptosoma*; 5. *Hantzschia abundans*; 6. *Hantzschia amphioxys* var. *capitata*; 7. *Hantzschia compacta*; 8. *Hantzschia amphioxys* var. *major*; 9. *Hantzschia giessiana*; 10. *Nitzschia commutata*; 11. *Nitzschia sublinearis*; 12. *Nitzschia acicularis*; 13. *Nitzschia sinuata* var. *delognei*; 14. *Nitzschia amphibia*; 15. *Nitzschia palea*; 16. *Nitzschia umbonata*; 17. *Tryblionella levidensis*; 18. *Surirella angusta*; 19. *Craticula cuspidata*; 20. *Craticula ambigua*; 21. *Cymatopleura solea*; 22. *Epithemia turgida* var. *granulata*; 23. *Stauroneis phoenicenteron*; 24. *Gyrosigma acuminatum*; 25. *Tryblionella angustata*; 26. *Rhopalodia gibba*; 27. *Amphora copulata*. (LM. Scale bar = 10 μm)

倪依晨等：图版 I

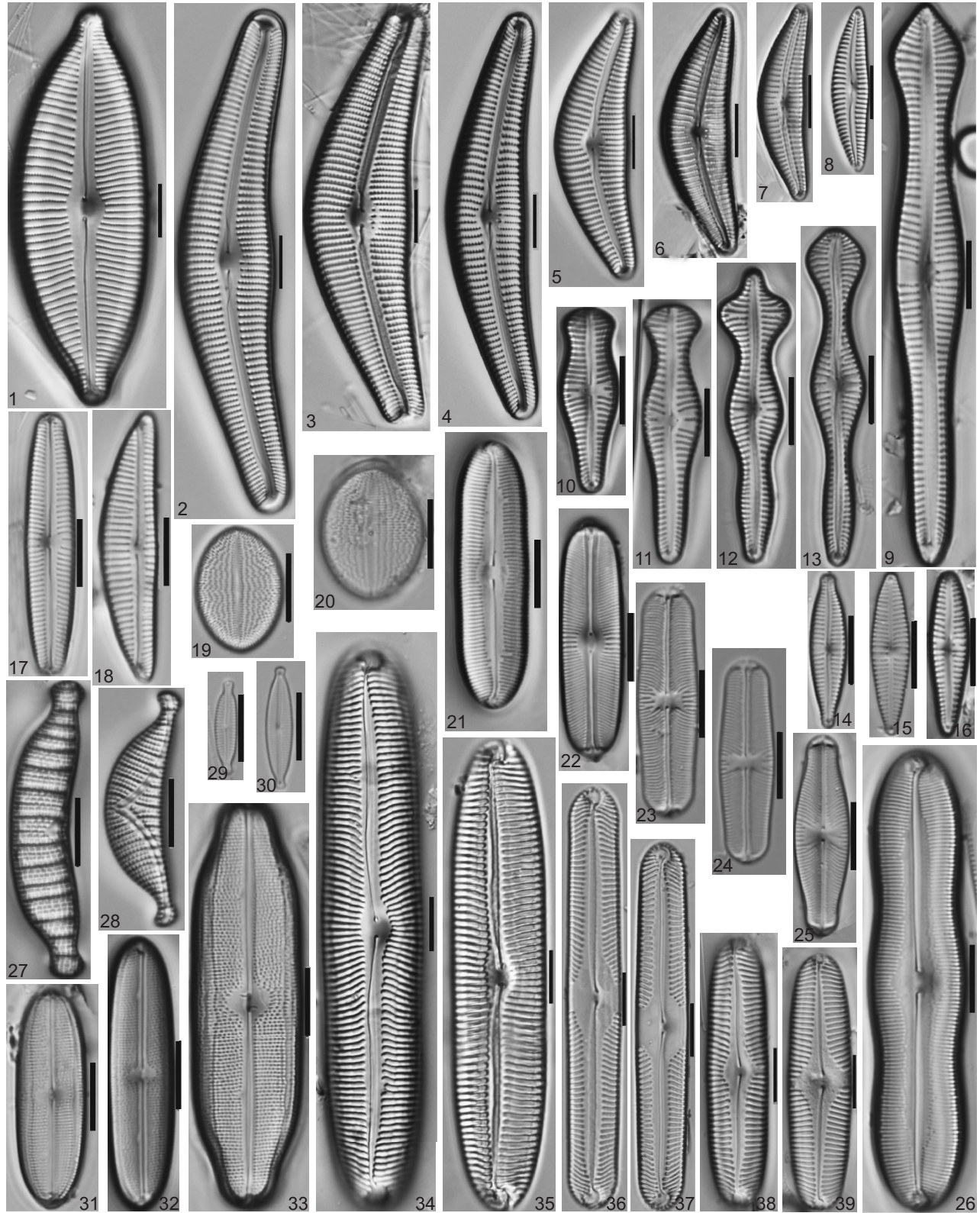
NI Yi-Chen *et al.*: Plate I



See explanation at the end of test

倪依晨等：图版 II

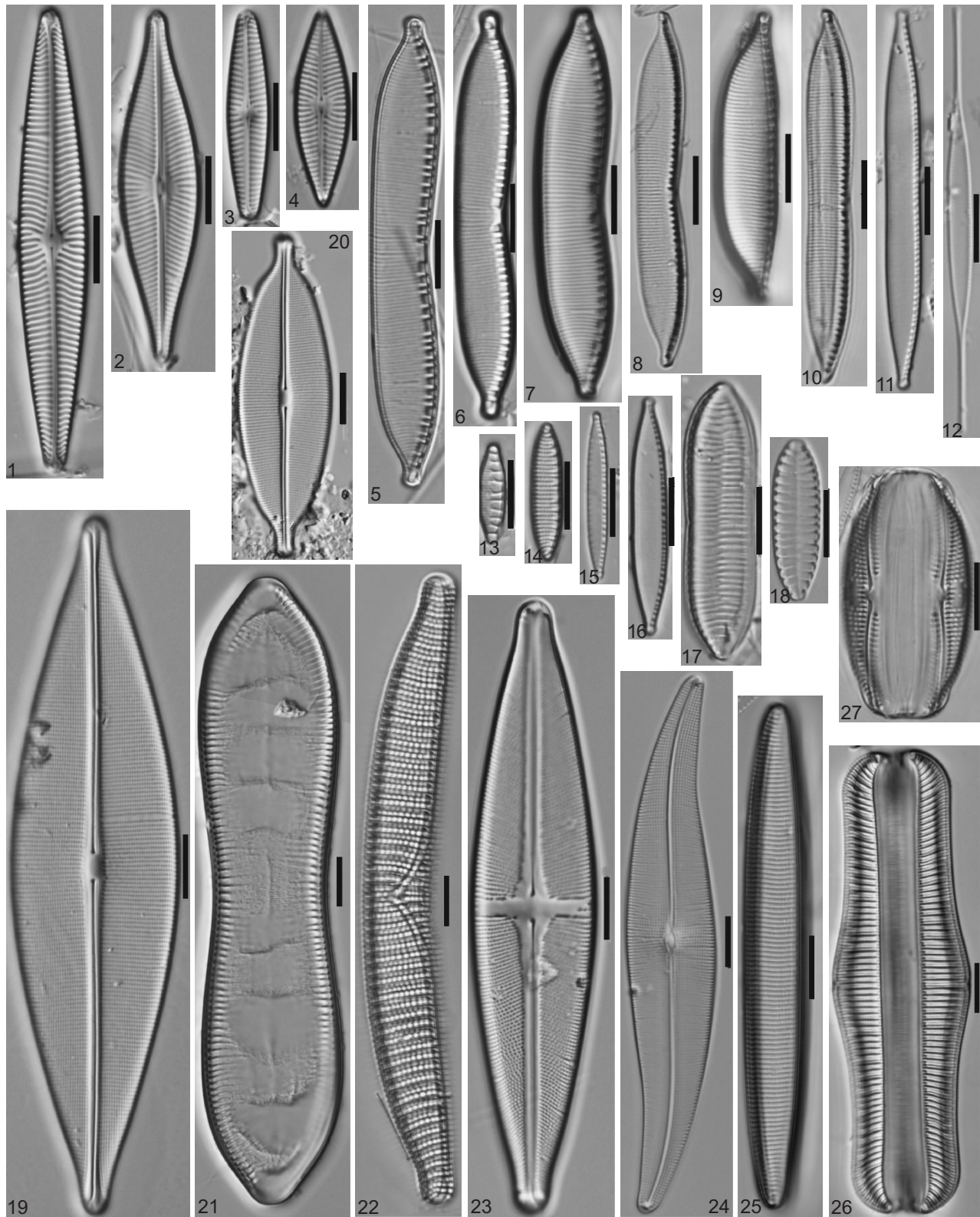
NI Yi-Chen *et al.*: Plate II



See explanation at the end of test

倪依晨等：图版 III

NI Yi-Chen *et al.*: Plate III



See explanation at the end of test