



桥弯藻科和异极藻科(硅藻门)植物 中国 7 种新记录

葛 蕾¹, 刘 妍¹, PATRICK J. KOCIOLEK², 范亚文^{1*}

(1 哈尔滨师范大学 生命科学与技术学院, 哈尔滨 150025; 2 科罗拉多大学 自然历史博物馆, 美国丹佛 80309)

摘 要: 对采自黑龙江省东南部兴凯湖湿地的 100 余号硅藻标本进行分类研究, 共发现桥弯藻科、异极藻科(硅藻门)中国新记录植物 5 种 2 变种, 分别为亚粗糙桥弯藻(*Cymbella peraspera* Krammer)、尖头弯肋藻[*Cymbopleura cuspidata* (Kützing) Krammer]、不显内丝藻高山变种(*Encyonema obscurum* var. *alpina* Krammer)、西里西亚内丝藻翼形变种(*Encyonema silesiacum* var. *lata* Krammer)、耳状异极藻(*Gomphonema auritum* Braun & Kützing)、棍棒异极藻(*Gomphonema clava* Reichardt)、极细异极藻[*Gomphonema exilissimum* (Grunow) Lange-Bertalot & Reichardt]。对其分类学特征进行了详细的描述, 与同属中相似的种类进行了比较与讨论, 为今后该区域的藻类研究提供了基础的资料。

关键词: 桥弯藻科; 异极藻科; 中国新记录; 兴凯湖

中图分类号: Q949.2 **文献标志码:** A

Newly Recorded Species of Cymbellaceae and Gomphonemataceae (Bacillariophyta) from Xingkai Lake, China

GE Lei¹, LIU Yan¹, PATRICK J. KOCIOLEK², FAN Yawen^{1*}

(1 College of Life Science and Technology, Harbin Normal University, Harbin 150025, China; 2 Museum of Natural History, Colorado University, Denver 80309, U. S. A.)

Abstract: During the investigation of diatoms from Xingkai Lake, more than one hundred samples were collected and studied. Totally, 7 taxa from Cymbellaceae and Gomphonemataceae were newly recorded in China. They are: *Cymbella peraspera* Krammer, *Cymbopleura cuspidata* (Kützing) Krammer, *Encyonema obscurum* var. *alpina* Krammer, *Encyonema silesiacum* var. *lata* Krammer, *Gomphonema auritum* Braun & Kützing, *Gomphonema clava* Reichardt and *Gomphonema exilissimum* (Grunow) Lange-Bertalot & Reichardt. The morphological characteristics of these taxa and comparison with similar species are given. The basis information of algae from Xingkai Lake is provided.

Key words: Cymbellaceae; Gomphonemataceae; new record to China; Xingkai Lake

兴凯湖湿地自然保护区位于黑龙江省东南部, 是中俄界湖, 2002 年被列入国际重要湿地名录。该

区域属于温带大陆性季风气候, 为湿润半湿润地区, 河流湖泊众多, 藻类资源丰富^[1]。硅藻是当前世界

收稿日期: 2013-07-13; 修改稿收到日期: 2013-09-25

基金项目: 国家自然科学基金(31110103015, 31070183, 31270250); 黑龙江省教育厅重点项目(12521z011); 黑龙江省高校科技创新团队研究计划; 哈尔滨师范大学科技创新团队研究计划(KJTD-2011-2); 黑龙江省教育厅科技项目(12521156); 黑龙江省普通高等学校青年学术骨干支持计划(1253G031)

作者简介: 葛 蕾(1987—), 女, 硕士, 主要从事硅藻分类学研究。E-mail: geleijiaoyou@163.com

* 通信作者: 范亚文, 博士, 教授, 主要从事硅藻分类学及水生生物生态学方向的研究。E-mail: fanyaw@163.com

研究的热点之一^[2],中国有很多学者对硅藻的新种、新记录进行了报道^[3-8]。而中国关于兴凯湖湿地硅藻分类学的研究相对较少,主要有范亚文等^[9]报道了采自兴凯湖湿地管壳缝目硅藻,4科6属30种14变种2变型;施之新^[10]报道了兴凯湖硅藻10个分类单位;王建国等^[11]对兴凯湖浮游植物群落结构进行了研究,仅报道硅藻植物22种。对于兴凯湖硅藻分类学的研究尚未完全展开,所以对兴凯湖湿地自然保护区硅藻分类学的研究具有非常重要意义,同时也为黑龙江省藻类资源的调查提供了基础资料。

1 材料和方法

2011年6月,我们共采集兴凯湖湿地藻类植物标本100余号,生境主要包括沼泽、草丛、水泡、水塘、草叶上附生等。标本全部保存于4%的福尔马林中,酸处理后用Naphrax胶制成硅藻永久封片。采用光学显微镜(Nikon E800、80i型)和扫描电子显微镜(日立S-4800型)对桥弯藻科、异极藻科藻类的形态结构进行了观察,使用Nikon DXM 1200型显微摄影数码相机拍照。鉴定文献及新记录确定见文献[12-23]。鉴定标本现存放于哈尔滨师范大学生命科学与技术学院藻类标本室。

2 新记录种的描述

2.1 亚粗糙桥弯藻(图版I,1)

Cymbella peraspera Krammer 2002, p. 118, Figs. 131:1-7;132:1-6;133:1-6;134:1-6;139:6.

壳面背腹性明显,背缘呈拱形,腹缘突起。壳面末端不延伸,呈宽圆形。长100.1~110.7 μm ,宽25.6~29.4 μm 。中轴区宽,线形,在壳面中部扩展,形成长椭圆形的中央区,占壳面宽的1/4~1/3。壳缝轻微侧偏,近缝端末端呈圆形,略弯向腹缘;端隙镰刀状,向背缘弯曲。线纹呈辐射状排列,在10 μm 内中部有7~8条,末端有9~10条。

生境:路边沼泽;pH 7.6。

标本号:11xkR37-052、11xkR37-124、11xkR37-318。

分布:德国、荷兰。

黑龙江省:兴凯湖,45°20'54.4"N,132°19'27.3"E,海拔78 m;采集时间:2011年6月13日,采集人:Patrick J. Kociolek、刘妍。

我们观察到的个体略小于Krammer^[12]描述的种类,但壳面形状、壳缝类型等特征都很相近。该种与*C. aspera* (Ehrenberg) Peragall在壳面结构、壳

缝类型、中央区及中轴区上均比较相似,但*C. aspera*壳面更窄,而*C. peraspera*背缘拱形更明显。

2.2 尖头弯肋藻(图版I,2)

Cymboplectura cuspidata (Kützing) Krammer 2003, p. 8, Figs. 1:1-12;2:1-11;6:5-8.

Basionym: *Cymbella cuspidata* Kützing.

壳面背腹之分不明显,背缘和腹缘呈拱形,末端尖圆形。长44.3~47.6 μm ,宽14.1~16.9 μm 。中轴区窄,位于壳面的中线,中央区发达,占壳面的1/4~1/3,圆形-椭圆形,不对称。壳缝轻微侧偏,近缝端轻微膨大,形成中央孔,远缝端细,端隙逗号形,偏向背缘。线纹呈辐射状排列,在10 μm 内中部有9~11条,末端有12~13条。

生境:小兴凯湖边;pH 7.3。

标本号:11xk21-279。

分布:芬兰。

黑龙江省:兴凯湖,45°20'54.4"N,132°21'01.6"E,海拔66m;采集时间:2011年6月13日,采集人:Patrick J. Kociolek、刘妍。

该种与*C. anglica* (Lagerstedt) Krammer的形态特征极其相似,不同之处在于*C. anglica*壳体末端明显呈喙状,而*C. cuspidata*末端呈尖圆形。*C. cuspidata*是一个不太常见的种类,主要生活在贫营养-中营养的水体^[13]。

2.3 不显内丝藻高山变种(图版I,3)

Encyonema obscurum var. *alpina* Krammer 1997, p. 108, Figs. 27:21;28:3-7;29:1-13;33:1-5.

壳面背腹之分明显,背缘强烈凸起呈弓形,腹缘近平直,末端延长呈喙状一头状。长17.5~22.3 μm ,宽7.0~9.0 μm 。中轴区位于壳面腹缘,较窄,线形,中央区不明显。壳缝直,端隙弯向壳面腹缘。横线纹略辐射状排列,在10 μm 内中部有10~11条,末端有11~12条。

生境:小兴凯湖边;pH 7.3。

标本号:11xk22-270。

分布:德国。

黑龙江省:兴凯湖,45°20'53.3"N,132°21'00.8"E,海拔75 m;采集时间:2011年6月13日,采集人:Patrick J. Kociolek、刘妍。

我们观察到的个体略大于*E. ochridanum* Krammer,但壳面形状、壳缝类型、中轴区以及中央区等特征都很相近。该种与*E. hophense* Krammer不同之处在于*E. obscurum* var. *alpina*末端头状更加明显。

2.4 西里西亚内丝藻翼形变种(图版 I, 4, 5)

Encyonema silesiacum var. *lata* Krammer 1997, p. 76, Figs. 10:9-13; 12:6-14.

光镜(LM):壳面近半月形,背缘强烈凸起呈弓形,腹缘近平直,中部轻微凸出,末端尖圆形。长 $22.8 \sim 25.7 \mu\text{m}$, 宽 $7.1 \sim 7.3 \mu\text{m}$ 。中轴区位于壳面腹缘,较窄,中央区不明显。壳缝直,端隙弯向壳面腹缘。横线纹略放射状排列,在 $10 \mu\text{m}$ 内中部有 11~12 条,末端有 12~13 条。

扫描电镜(SEM):线纹由单列的网孔组成,网孔呈长裂缝形,辐射状排列。壳缝直,中央孔呈“水滴”形,端隙弯向腹缘,呈勾状。

生境:荷花鱼池、小兴凯湖边、路边水泡; pH 7.3~7.7。

标本号:11xk001-49、11xk20-178、11xk22-312、11xkR46-031。

分布:德国、芬兰。

黑龙江省:兴凯湖, $45^{\circ}20'44.5''\text{N}$, $132^{\circ}20'47.6''\text{E}$, 海拔 75 m; $45^{\circ}20'54.4''\text{N}$, $132^{\circ}21'01.6''\text{E}$, 海拔 66 m。采集时间:2011 年 6 月 13 日;采集人:Patrick J. Kociolek、刘妍。

该变种与 *E. silesiacum* var. *distinctepunctata* Krammer 的主要区别在于 *E. silesiacum* var. *distinctepunctata* 的腹缘凸出更加明显。

2.5 耳状异极藻(图版 I, 6, 7)

Gomphonema auritum Braun & Kützing 1849, Rumrich *et al.* 2000, p. 490, Figs. 125:1-12.

壳面梭形,中部膨大,向两端延伸,末端尖圆形。长 $28.5 \sim 30.7 \mu\text{m}$, 宽 $5.0 \sim 5.4 \mu\text{m}$ 。壳缝直,线形。中轴区窄,线形,中央区菱形-椭圆形,一侧具有 1 条短线纹,另一侧具有 1 个孤点。横线纹平行排列,在 $10 \mu\text{m}$ 内有 14~15 条。

生境:路边水泡、路边沼泽; pH 6.9~7.1。

标本号:11xk30-047、11xkR26-106、11xkR37-137、11xkR37-151、11xkR37-325、11xkR37-326。

分布:英国、波兰、西班牙。

黑龙江省:兴凯湖, $45^{\circ}20'51.3''\text{N}$, $132^{\circ}19'11.6''\text{E}$, 海拔 73 m; 采集时间:2011 年 6 月 13 日,采集人:Patrick J. Kociolek、刘妍。

该种与 *G. lippertii* Reichardt & Lange-Bertalot 的壳缝结构、线纹类型、中轴区以及中央区均比较相似,但 *G. lippertii* 壳面近梭形,部分个体具有明显的头状末端;该种与 *G. macLaughlinii* Reichardt 也较相似,不同之处在于 *G. macLaughlinii*

壳面末端延伸更长,而 *G. auritum* 的中部膨大更加明显。

2.6 棍棒异极藻(图版 I, 8)

Gomphonema clava Reichardt 2001, p. 214, Figs. 12:1-14; 13:1-8.

壳面棒形,中部膨大,顶端略窄,底端最窄。长 $25.1 \sim 30.1 \mu\text{m}$, 宽 $9.7 \sim 11.7 \mu\text{m}$ 。壳缝略弯曲。中轴区窄,中央区小,呈椭圆形,中央区一侧具有 1 个孤点。线纹略辐射排列,在 $10 \mu\text{m}$ 内有 9~10 条。

生境:小兴凯湖边水泡; pH 7.0。

标本号:11xk24-050、11xk24-001。

分布:俄罗斯。

黑龙江省:兴凯湖, $45^{\circ}20'55.4''\text{N}$, $132^{\circ}21'0.47''\text{E}$, 海拔 71 m; 采集时间:2011 年 6 月 13 日,采集人:Patrick J. Kociolek、刘妍。

本文报道的 *G. clava* 略小于 Reichardt^[14] 报道的种类,但是壳面形态、壳缝类型以及线纹形状等都符合 Reichardt 所报道的种类。该种同 *G. pala* 在壳面形态、壳缝类型、中轴区、中央区上均十分相似,不同之处在于 *G. pala* 的壳面顶端更窄,壳面中部两端具有 3~4 条短线纹,而 *G. clava* 短线纹结构不明显。

2.7 极细异极藻(图版 I, 9, 10)

Gomphonema exilissimum (Grunow) Lange-Bertalot & Reichardt 1996; Levkov *et al.* 2007, p. 498, Figs. 172:14-17.

Basionym: *Gomphonema parvulum* var. *exilissimum* (exilissimum) Grunow.

壳面棒形-披针形,中部膨大,向两端逐渐变窄,末端尖圆。长 $26.6 \sim 36.0 \mu\text{m}$, 宽 $5.6 \sim 6.3 \mu\text{m}$ 。壳缝直,呈丝状。中轴区窄,线形,中央区不明显,在中部一侧具有 1 条较短的线纹,另一侧具 1 个孤点。横线纹略辐射状排列,在 $10 \mu\text{m}$ 内有 12~13 条。

生境:林间大水泡,草叶、树叶上附生; pH 6.3。

标本号:11xk8-054、11xk8-107、11xk8-129、11xk8-206、11xk8-211、11xk8-228。

分布:希腊、阿尔巴尼亚、马其顿。

黑龙江省:兴凯湖, $45^{\circ}20'50.8''\text{N}$, $132^{\circ}20'58.8''\text{E}$, 海拔 71 m; 采集时间:2011 年 6 月 13 日,采集人:Patrick J. Kociolek、刘妍。

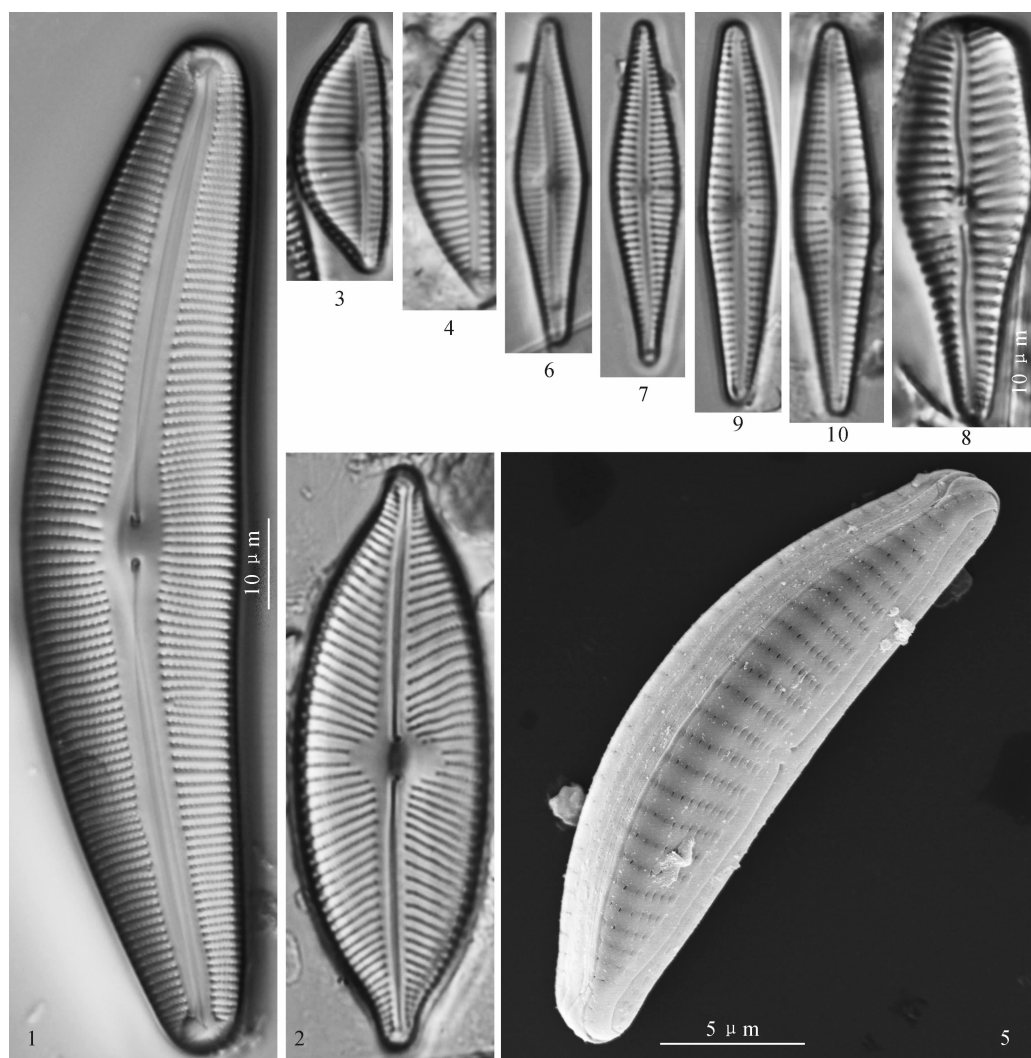
G. exilissimum 与 *G. parvulum* 这两个复合体极易混淆,区分这两个种是比较困难的,而运用生态学和分类学的方法有助于区分这两个种。本文报道

的 *G. exilissimum* 是典型的贫营养种,常生活在低污染的水体中;*G. parvulum* 常生活在中营养的水体中^[15]; *G. exilissimum* 的长宽比大于 4;而 *G. parvulum* 的长宽比小于 4^[16]。该种同 *G. gracile* 的主要区别是, *G. gracile* 中央区一侧具不明显的短线

纹^[17];该种与 *G. auritum* 的壳面结构相似,但 *G. auritum* 壳体较小,左右不对称^[18];该种与 *G. affine* var. *rhombicum* Reichardt 的主要区别是, *G. exilissimum* 壳体较窄,末端更加尖圆^[19]。

参考文献:

- [1] SONG SH SH(宋闪闪), JIANG Y B(姜炎彬), ZHANG Q ZH(张庆忠) *et al.* Preliminary research on bryophyte communities in Xingkai Lake Marshland, Heilongjiang Province, China[J]. *Plant Science Journal*(植物科学学报), 2011, **29**(3): 272—277(in Chinese).
- [2] POTAPOVA M, CHARLES D F. Distribution of benthic diatom in U. S. rivers in relation to conductivity and ionic composition[J]. *Freshwater Biology*, 2003, 48: 1 311—1 328.
- [3] LIU Y(刘妍), FAN Y W(范亚文), WANG Q X(王全喜). Newly recorded species in Cymbellaceae and Gomphonemataceae from Great Xing'an Mountains, China[J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*(水生生物学报), 2012, **36**(3): 496—508(in Chinese).
- [4] LIU Y(刘妍), FAN Y W(范亚文), WANG Q X(王全喜). Newly recorded species of Naviculaceae (Bacillariophyta) from Great Xing'an Mountains, China[J]. *Acta Bot. Boreal. -Occident. Sin.*(西北植物学报), 2013, **33**(4): 835—839(in Chinese).
- [5] YOU Q M(尤庆敏), WANG Q X(王全喜). New records of *Pinnularia* (Bacillariophyta) from Xinjing, China[J]. *Journal of Wuhan Botanical Research*(武汉植物学研究), 2007, **25**(6): 572—575(in Chinese).
- [6] YOU Q M(尤庆敏), LIU Y(刘妍), WANG Q X(王全喜). Newly recorded species of *Hantzschia* (Bacillariophyta) in China[J]. *Bulletin of Botanical Research*(植物研究), 2011, **31**(2): 129—133(in Chinese).
- [7] LI Y L(李艳玲), GONG ZH J(龚志军), XIE P(谢平), *et al.* New species and records of fossil diatoms from the late Pleistocene of the Jiangnan Plain, Hubei Province[J]. *Acta Micropalaeontologica Sinica*(微体古生物学报), 2005, **22**(3): 304—310(in Chinese).
- [8] LI Y L(李艳玲), GONG ZH J(龚志军), XIE P(谢平), *et al.* New species and new records of fossil diatoms from China[J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*(水生生物学报), 2007, **31**(3): 319—324(in Chinese).
- [9] FAN Y W(范亚文), HU ZH Y(胡征宇). Studies on Aulonographidinales from Xingkai Lake in Heilongjiang Province[J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*(水生生物学报), 2004, **28**(4): 421—425(in Chinese).
- [10] 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: 147.
- [11] WANG J G(王建国), YU H X(于洪贤), MA CH X(马成学), *et al.* Analysis of the composition and community structure of phytoplankton in Xingkai Lake[J]. *Freshwater Fisheries*(淡水渔业), 2011, **41**(4): 26—31(in Chinese).
- [12] KRAMMER K. Diatoms of Europe. Volume 3: *Cymbella*[M]. Königstein: A. R. G. Gantner Verlag K. G., 2002: 584.
- [13] KRAMMER K. Diatoms of Europe. Volume 4: *Cymboplectra*, *Delicata*, *Navicymbula*, *Gomphocymbellopsis*, *Afrocybella*[M]. Königstein: A. R. G. Gantner Verlag K. G., 2003: 703.
- [14] REICHARDT E. Revision der Arten um *Gomphonema truncatum* und *G. capitatum*[A]//JAHN R, KOCIOLEK J P, WITKOWSKI A. Lange-Bertalot-Festschrift. Studies on diatoms, dedicated to Prof. Dr. h. c. Horst Lange-Bertalot on the occasion of his 65th birthday. A. R. G. Gantner, Ruggell, Liechtenstein, 2001: 187—224.
- [15] KRAMMER K, LANGE-BERTALOT H. Bacillariophyceae 4. Teil: Achnanthesaceae, Kritische Ergänzungen zu *Achnanthes* s. l., *Navicula* s. Str., *Gomphonema* Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4[M]. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/4. Berlin: Spektrum Akademischer Verlag, 1991: 468.
- [16] KAHLERT M, ALBERT R L, ANTILA E L, *et al.* First Nordic-Baltic Diatom intercalibration exercise (Stream Monitoring)[J]. *Results of Workshop at the Erken Laboratory*, 2007, 11—16, 11: 1—12.
- [17] KRAMMER K, LANGE-BERTALOT H. Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae[M]. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/1. Berlin: Spektrum Akademischer Verlag, 1997: 876.
- [18] RUMRICH U, LANGE-BERTALOT H, RUMRICH M. Diatom of the Andes[J]. *Iconographia Diatomologica*, 2000, 9: 1—672.
- [19] METZELTIN D, LANGE-BERTALOT H, GARCÍA-RODRÍGUEZ F. Diatoms of Uruguay[J]. *Iconographia Diatomologica*, 2005, 15: 1—736.
- [20] KRAMMER K. Die cymbelloiden Diatomeen Teil 1 Allgemeines und *Encyonema* part[J]. *Bibliotheca Diatomologica*, 1997, 36: 1—382.
- [21] RUMRICH U, LANGE-BERTALOT H, RUMRICH M. Diatoms of the Andes (from Venezuela to Patagonia/Tierra del Fuego)[J]. *Iconographia Diatomologica*, 2000, 9: 1—673.
- [22] LEVKOV Z, KRSTIC S, METZELTIN D, *et al.* Diatoms of Lakes Prespa and Ohrid (Macedonia)[J]. *Iconographia Diatomologica*, 2007, 16: 1—613.
- [23] 朱蕙忠, 陈嘉佑. 中国西藏硅藻[M]. 北京: 科学出版社, 2000: 353.



图版 I 光学显微镜和扫描电镜的形态结构观察

1. 亚粗糙桥弯藻; 2. 尖头弯肋藻; 3. 不显内丝藻高山变种; 4、5. 西里西亚内丝藻翼形变种; 6、7. 耳状异极藻; 8. 棍棒异极藻; 9、10. 极细异极藻 (5. 为扫描电镜的形态结构, 其余为光学显微镜下的形态结构)。

Plate I Morphology structure observation with light microscope and scanning electron microscope

Fig. 1. *Cymbella peraspera* Krammer; Fig. 2. *Cymboplectra cuspidata* (Kützing) Krammer; Fig. 3. *Encyonema obscurum* var. *alpina* Krammer; Fig. 4, 5. *Encyonema silesiacum* var. *lata* Krammer; Fig. 6, 7. *Gomphonema auritum* Braun & Kützing; Fig. 8. *Gomphonema clava* Reichardt; Fig. 9, 10. *Gomphonema exilissimum* (Grunow) Lange-Bertalot & Reichardt (Fig. 5 is SEM of *Encyonema silesiacum* var. *lata* Krammer. Others are LM of morphology structure).