

文章编号:1007-2985(2021)04-0059-07

两种肋缝藻(硅藻门)的超微结构研究^{*}

袁 莉,刘 冰,周阳艳,杜 洁,张婉莹

(吉首大学生物资源与环境科学学院,湖南 吉首 416000)



摘 要:对两种肋缝藻的命名变化进行了回顾并新拟了它们的中文名:亚洲肋缝藻和类双肋缝藻.通过光学和扫描电镜观察发现,亚洲肋缝藻的独特性状组合是其线性披针形的壳面外形和较高的线纹密度,类双肋缝藻的独特性状组合是其中央区存在 0~3 个孤立的类孔纹和明显伸长的中央区.

关键词:高望界国家级自然保护区;纵向肋条;纵向线纹;Y 形末端

中图分类号:Q949.27

文献标志码:A

DOI:10.13438/j.cnki.jdzk.2021.04.012

肋缝藻属(*Frustulia*)属于对称的舟形双壳缝硅藻,该属的主要形态特征有^[1]:(1)壳面线性披针形或披针形;(2)线纹单列,孔纹在内壳面开口被硅质膜覆盖;(3)从壳外面观看,壳缝近缝端和远缝端形态相同,同时呈现 T 形或者 Y 形;(4)在内壳面的壳缝两侧存在发达且平行于壳缝的两条纵向硅质肋条,并在壳面末端与螺旋舌融合形成蜡笔夹状的末端.肋缝藻属与双肋藻属(*Amphipleura*)最相似,但前者中央节短,后者中央节长^[1-2].

李家英和齐雨藻^[2]在其中国淡水藻志中收编了肋缝属的 5 种、12 变种和 2 变种变型,并提供了清晰的手绘图和个别种类的光学显微照片,但是,未见有扫描电镜观察图片呈现.从最新的文献来看,一些肋缝藻的种类名称已改变并已被普遍接受^[3],包括列入李家英和齐雨藻^[2]所收录的两个变种:普通肋缝藻亚洲变种(*Frustulia vulgaris* var. *asiatica* Skvortzow)和类菱形肋缝藻似茧形变种(*Frustulia rhomboides* var. *amphipleuroides* (Grunow) DeToni).Metzeltin 等^[4]在 2009 年把普通肋缝藻亚洲变种提升到种的地位,给出了新的种名:*Frustulia asiatica* (Skvortsow) Metzeltin, Lange-Bertalot & Soninkhishig(中文新拟为亚洲肋缝藻).Cleve^[5]在 1934 年已将类菱形肋缝藻似茧形变种提升到种的地位,给出的种名为:*Frustulia amphipleuroides* (Grunow) A. Cleve(中文新拟为类双肋缝藻,因为 *amphipleura* 中文已译成双肋藻属,oides 是类似的意思,说得是这种肋缝藻很像双肋藻.详见下文描述和图版).

在对湖南省高望界国家级自然保护的底栖硅藻研究过程中,我们发现了两个肋缝藻属的种类,经过鉴定,确定为亚洲肋缝藻和类双肋缝藻.我们希望通过这两个肋缝藻种类的详细观察、描述和图版展示,能让读者对肋缝藻属的形态结构有更准确和清楚的认识.

^{*} 收稿日期:2021-03-21

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31760051);吉首大学-中国科学院沈阳应用生态研究所会同森林生态站生物类专业校企合作创新创业教育基地资助

作者简介:袁 莉(1998—),女,湖南邵阳人,吉首大学生物资源与环境科学学院硕士生,主要从事生物学研究

通信作者:刘 冰(1969—),男,湖南龙山人,吉首大学生物资源与环境科学学院副教授,博士,主要从事硅藻分类和生态研究;E-mail:jsulb@outlook.com.

1 材料与方法

本研究的取样地点位于湖南省高望界国家级自然保护区内的麻溪(古丈县境内). 溪流中许多石头长有丰富的石附生硅藻. 选择硅藻着生多的石头(判断的标准为:用手触摸,感觉到光滑和油腻的最好)至少 5 块,用牙刷把这些石头表面的生物膜(石附生生物,其中主要是硅藻群落)用力刷到塑料盘里,然后倒入 100 mL 样品瓶中,直到体积达到约 80 mL 时加入质量分数 70% 的乙醇至 100 mL(固定样品内的硅藻),然后拧紧瓶盖,带回实验室进一步处理.

在实验室先用质量分数 10% 的 HCl 溶解掉处理样品中含钙固体化合物,然后加入两倍要处理硅藻样品体积的质量分数 30% H₂O₂ 溶液,在 80 ℃ 恒温条件下加热 6 h 以氧化去掉硅藻细胞内外的有机物质. 然后加入蒸馏水,静置至少 12 h 后吸去上清液,这个过程重复 5 次以得到干净的硅藻标本. 利用 Naphrax[®] 封装剂制成永久装片以供光学显微镜观察和拍照(德国徕卡光学显微镜,型号 Leica DM 3000). 永久装片共 15 张保存于吉首大学植物标本馆,编号分别为 JSUD2020-0025~0039. 扫描电镜观察在湖南怀化学院完成(德国卡尔蔡司场发射扫描电子显微镜,型号 Sigma HD).

2 研究结果

2.1 中文名修订

两种肋缝藻学名变化列于表 1,它们的新拟中文名分别为亚洲肋缝藻(*Frustulia asiatica* (Skvortzow) Metzeltin, Lange-Bertalot and Nergui) 和类双肋肋缝藻(*Frustulia amphipleuroides* (Grunow) A. Cleve).

表 1 两种肋缝藻学名的变化
Table 1 Changes of the Scientific names of Two *Frustulia* taxa

Former scientific name	Currentaccepted scientific name	References
<i>Frustulia vulgaris</i> var. <i>asiatica</i> Skvortzow	<i>Frustulia asiatica</i> (Skvortsow) Metzeltin, Lange-Bertalot & Soninkhishig	[2-4,6-7]
<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>amphipleuroides</i> (Grunow) De Toni	<i>Frustulia amphipleuroides</i> (Grunow) A. Cleve	[2-3,5,8-9]

2.2 形态观察

亚洲肋缝藻(图 1,2)

Frustulia asiatica (Skvortsow) Metzeltin, Lange-Bertalot & Soninkhishig 2009: 46; Graeff 2012, *Frustulia asiatica* (In Diatoms of North America)

基源异名(Basionym): 普通肋缝藻亚洲变种(*Frustulia vulgaris* var. *asiatica* Skvortsow 1928:42, fig. 2:12)

光学显微镜观察(图 1(a)~(j)):壳面线性披针形,具有略微缢缩的宽圆末端. 壳瓣大小(测量 51 个标本):长 42~50 μm,宽 7.5~9.5 μm. 壳缝及其两侧平行的两条纵向肋条略微弯曲,中央区约呈卵形. 两近缝端向同侧偏转,略微膨大;两条纵向肋条的远端与螺旋舌融合形成蜡笔夹状的末端. 线纹在光学显微镜下分辨困难.

扫描电子显微镜观察(图 1(k)~(n);图 2):壳瓣线性披针形(图 1(a);图 2(a)). 从壳外面观看,中央区卵形;线纹在壳面中部略呈放射状,在接近两末端处呈会聚状,在两顶端处呈环周形放射状,中部线纹密度为 30~32 条/10 μm(根据 7 个标本的电镜图片测量);孔纹开口呈圆形或卵形;外近缝端和远缝端皆略呈 Y 形(图 1(l)两箭,(m)和(n)中两箭所示). 从壳内面观看,内近缝端直,简单,终止于略微凸起的中央节(图 2(b)中一箭所示),内远缝端终止于螺旋舌;壳缝两侧呈在明显且发达的两条纵向肋条(图 2(c)和(e)中两箭分别所示),这两条纵向肋条在壳面远端与螺旋舌融合形成蜡笔夹状的末端(图 2(d)和(f)中弯箭分别所示).

类双肋肋缝藻(图 3(a)~(e);图 4(a)~(f);图 5(a)~(f))

Frustulia amphipleuroides (Grunow) A. Cleve1934: 87; Kociolek, P., Graeff, C. 2011, *Frustulia amphipleuroides* (In Diatoms of North America)

基源异名 (Basionym): *Navicular homboides* var. *amphipleuroides* Grunowin Cleve & Grunow 1880: 47, pl. 3: fig. 59

光学显微镜观察(图 3(a)~(e)):壳面披针形或菱形披针形,具有宽圆且略微拉伸的末端.壳瓣大小(测量 13 个标本):长 96~110 μm ,宽 16~19 μm .壳缝及其两侧平行的两条纵向肋条略微弯曲,中央区约呈长方形,0~3 个孤立的类孔纹存在于中央区(图 3(a)中两箭所示).两近缝端向同侧偏转,略微膨大;两条纵向肋条的远端与螺旋舌融合形成蜡笔夹状的末端.横向线纹在壳面大部分区域呈平行排列,密度为 22~25 条/10 μm ;纵向线纹在壳面中部呈波浪状,密度为 19~22 条/10 μm ;孔纹颗粒状明显.

扫描电子显微镜观察(图 4(a)~(f);图 5(a)~(f)):壳瓣菱形披针形(图 4(a);图 5(a)).从壳外面观看,中央区约呈长方形,0~3 个孤立的类孔纹存在于中央区(图 4(b)中三箭头所示);线纹在壳面大部区域平行排列,在接近两末端处略呈会聚状,在两顶端处呈环周形放射状;孔纹呈圆形或椭圆形;外近缝端和远缝端皆略呈 Y 形(图 4(b)中两箭,(d)和(f)中箭所示).从壳内面观看,内近缝端直,简单,终止于较为平坦的中央节,内远缝端终止于螺旋舌;壳缝两侧存在明显且发达的两条纵向肋条(图 5(c)和(e)中两箭分别所示),这两条纵向肋条在壳面远端与螺旋舌融合形成蜡笔夹状的末端(图 5(d)和(f)中弯箭分别所示).

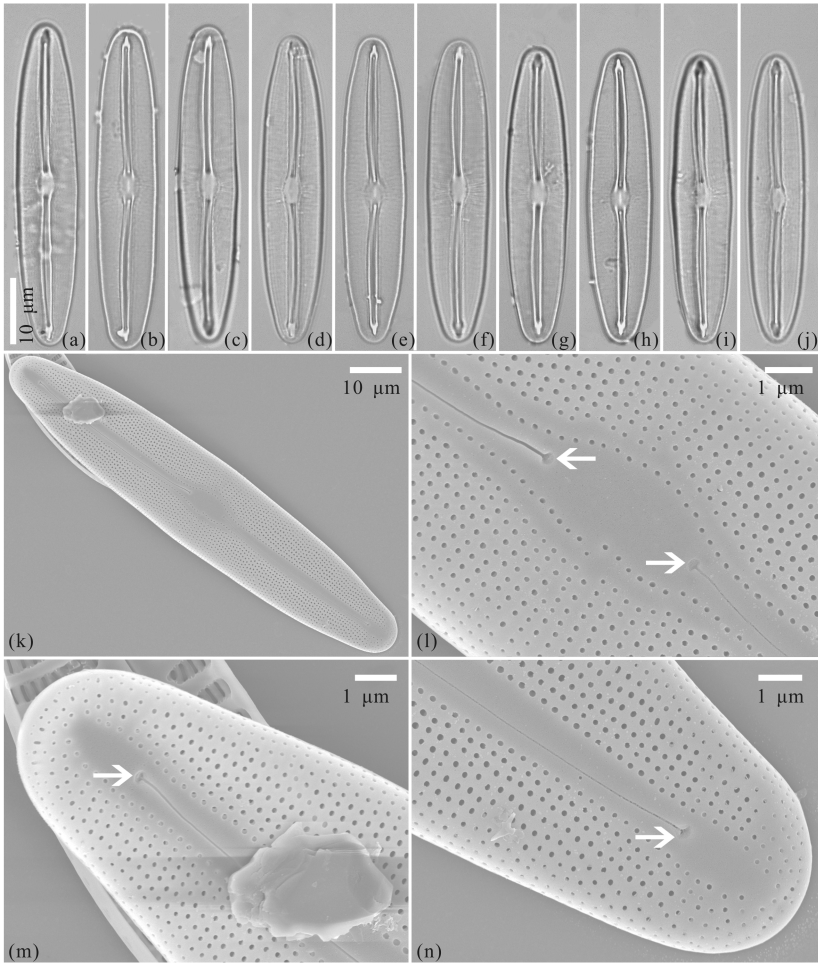


图 1 亚洲肋缝藻光学((a)~(j))和扫描电子显微镜观察((k)~(n), 壳外面观)
Fig. 1 *Frustulia asiatica*, LM((a)~(j)) and SEM ((k)~(n), External View)

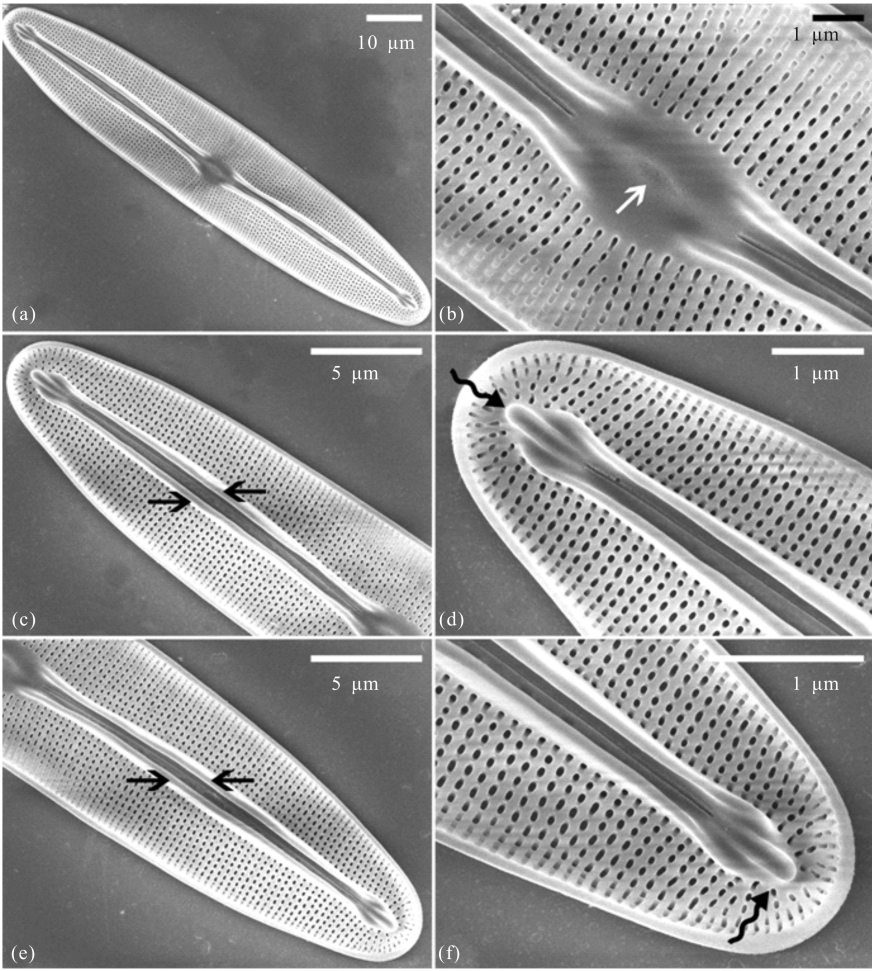


图 2 亚洲肋缝藻扫描电子显微镜观察(壳内面观)
Fig. 2 *Frustulia asiatica* , SEM(Internal View)

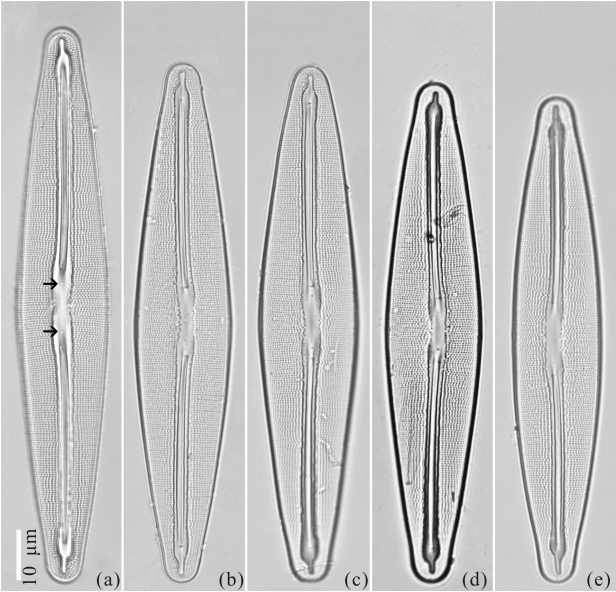


图 3 类双肋肋缝藻光学显微镜观察
Fig. 3 *Frustulia amphipleuroides* ,LM

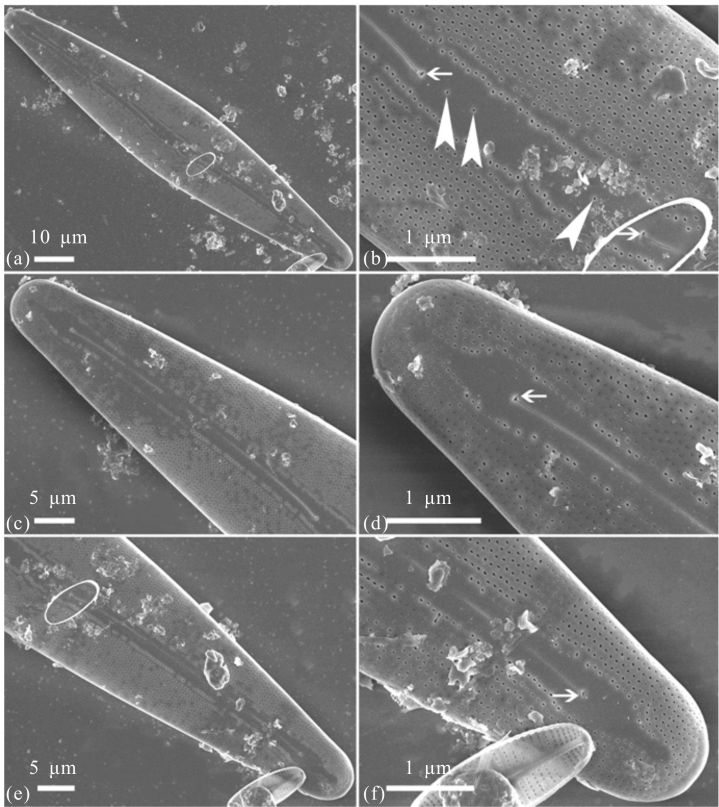


图 4 类双肋缝藻扫描电子显微镜观察(壳外面观)
Fig. 4 *Frustulia amphipleuroides* , SEM(External View)

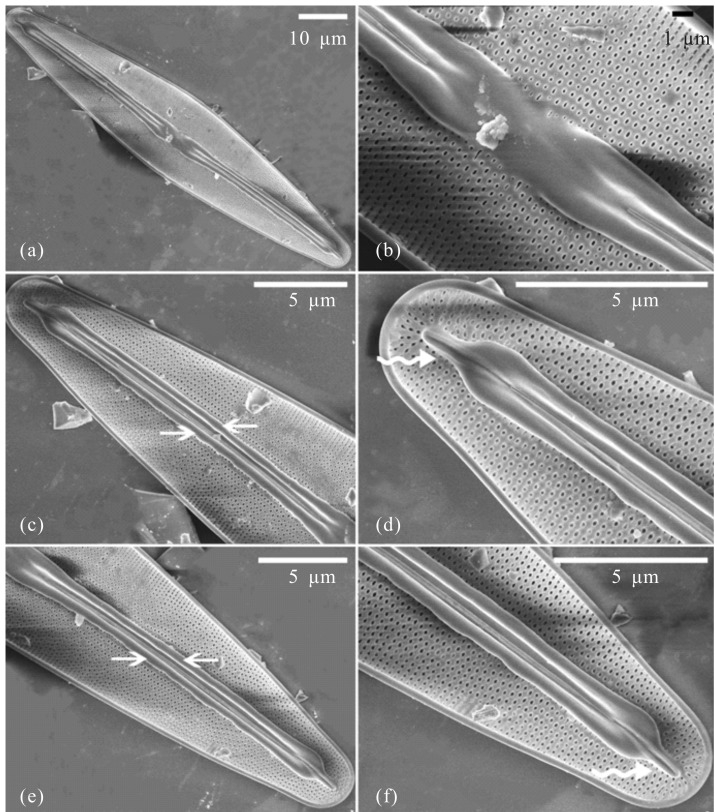


图 5 类双肋缝藻扫描电子显微镜观察(壳内面观)
Fig. 5 *Frustulia amphipleuroides* , SEM(Internal View)

3 讨论

Metzeltin 等^[4]在 2009 年把普通肋缝藻亚洲变种提升到亚洲肋缝藻种的地位是基于 Skvortsow^[5]发表的普通肋缝藻亚洲变种,但是她们没有提供新的图片,只是做出种类名称的变更.李家英和齐雨藻^[2]在专著中也只提供了一张普通肋缝藻亚洲变种的手绘图. Graeff^[6]在北美硅藻网站(diatoms.org)提供了清晰的亚洲肋缝藻的光学和扫描电子镜图片.本文采自高望界国家级自然保护区的标本形态和数量特征与以上文献的描述相符,而且其超微结构特征也与 Graeff^[6]报道的亚洲肋缝藻种十分吻合,因此,其亚洲肋缝藻的身份是可以确定的. Cleve^[8]在 1934 年把类菱形肋缝藻似茧形变种提升到类双肋缝藻种的地位是基于 *Navicular homboides* var. *amphipleuroides* Grunow,但是她同样没有提供新的图片,只是做出种类名称的变更. Kociolek 和 Graeff^[9]在北美硅藻网站(diatoms.org)提供了清晰的类双肋缝藻的光学和扫描电子镜图片.本文采自高望界国家级自然保护区的标本形态和数量特征与以上文献的描述相符,而且其超微结构特征也与 Kociolek 和 Graeff^[9]报道的类双肋缝藻十分吻合,因此,其类双肋缝藻的身份也是可以确定的.

相对于肋缝藻属中常见的菱形披针形壳面外形,亚洲肋缝藻的线性披针形壳面外形是少见的,也是它相对独特的性状.类双肋缝藻壳缝两近缝端之间的距离与肋缝藻属其它种类的相比是最大的,所以其与双肋藻属的种类相似,故此得名.类双肋缝藻另外一个独特的性状是其中央区有时存在 1~3 个孤立的类孔纹.本文中的两种肋缝藻在亚洲和美洲等有发现,本文的详细描述和清晰图版将给未来的读者提供有用的参考.

参考文献:

- [1] ROUND E, CRAWFORD R M, MANN D G. The Diatoms: Biology and Morphology of the Genera[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1990: 1-747.
- [2] 李家英,齐雨藻. 中国淡水藻志第十四卷硅藻门舟形藻科 I[M]. 北京:科学出版社,2010:1-177.
- [3] GUIRY M D. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway[EB/OL]. <http://www.algaebase.org>, 2021.
- [4] METZELTIN D, LANGE-BWETALOT H, SONINKHISHIG N. Diatoms in Mongolia. Iconographia Diatomologica 20 [M]. Ruggell: A. R. G. Gantner Verlag K. G., 2009: 1-691.
- [5] CLEVE P T, GRUNOW A. Beiträge zur Kenntniss der Arctischen Diatomeen[J]. Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, 1880, 17(2): 1-121.
- [6] SKVORTZOW B W. Diatoms of Khingan, North Manchuria, China[J]. Philippine Journal of Science, 1928, 35: 39-51.
- [7] GRAEFF C. *Frustulia asiatica*. In Diatoms of North America[EB/OL]. <https://diatoms.org/species/frustuliaasiatica>, 2012.
- [8] CLEVE-EULER A. The diatoms of Finnish Lapland. Societas Scientiarum Fennica[J]. Commentationes Biologicae, 1934, 4(14): 1-154.
- [9] KOCIOLEK P, GRAEFF C. *Frustulia amphipleuroides*. In Diatoms of North America[EB/OL]. <https://diatoms.org/species/frustuliaamphipleuroides>, 2011.
- [10] RUMRICH U, LANGE-BERTALOT H, RUMRICH M. Diatoms of the Andes. From Venezuela to Patagonia/Tierra del Fuego and two additional contributions. Iconographia Diatomologica 9[M]. Königstein: Koeltz Scientific Books, 2000: 1-673.

A Study on the Ultrastructure of Two Species of *Frustulia* (Bacillariophyta)

YUAN Li, LIU Bing, ZHOU Yangyan, DU Jie, ZHANG Wanying

(College of Biology and Environmental Science, Jishou University, Jishou 416000, Hunan China)

Abstract: This paper reviews the naming changes of two *Frustulia* species and provides two new Chinese names for them: *F. asiatica* and *F. amphipleuroides*. Based on the observation of the light and scan-

ning electron microscopy on the above two species, we find that: (1) the unique feature combination of *F. asiatica* is its linear-lanceolate valve shape and higher stria density; (2) the unique feature combination of *F. amphipleuroides* is 0~3 isolated poroids and obviously elongated central area.

Key words: Gaowangjie National Nature Reserve; Longitudinal rib; Longitudinal striae; Y-shaped end
(责任编辑 易必武)

(上接第 49 页)

An Optimized NMG Solution to an Improved Total Variational Registration Model

HAN Xiaohua, YANG Fenlin

(School of Mathematics and Statistics, Jishou University, Jishou 416000, Hunan China)

Abstract: An improved total variational (TV) registration model with both global smooth and discontinuous-preserving displacements is established by introducing hypersurface function as the kernel function of image registration regularization term. In the nonlinear multi-grid (NMG) method, a new smoothing method is constructed by using the interaction of delayed diffusion fixed point iteration and successive over relaxation iteration. And by interpolation of the errors on the coarse grid back to the fine grid using tomographic techniques during confinement, a fast and effective nonlinear multi-grid algorithm for solving improved TV model is designed. The experimental results show that the optimized NMG algorithm has higher registration accuracy and faster convergence than the NMG method. Improved TV model registration has less error, less time-consuming and better registration performance than TV model registration.

Key words: image registration; total variation; discontinuity-preserving; nonlinear multi-grid; delayed diffusion fixed point iteration; successive over relaxation iteration

(责任编辑 向阳洁)