

西藏拉鲁湿地硅藻植物的分类研究

吴维维, 刘琪*, 冯佳, 吕俊平, 谢树莲

(山西大学 生命科学院, 太原 030006)

摘要: 该文报道了 2015 年 7 月采自西藏拉鲁湿地的硅藻植物共 133 个分类单位, 包括 54 属 122 种 11 变种, 分别隶属于 3 纲 12 目 54 属, 其中 6 种为中国新记录, 分别为多罗弗里克短缝藻 (*Eunotia dorofeyukae* Lange-Bertalot & M. S. Kulikovskiy)、嫌钙异极藻 (*Gomphonema calci fugumm* Lange-Bertalot & E. Reichardt)、坎普登斯异极藻 (*Gomphonema campodunense* E. Reichardt)、三角舟形藻 (*Navicula trilatera* Bahls)、相似弯肋藻 (*Cymbopleura similiformis* Krammer)、兰格伯泰勒特桥弯藻 (*Cymbella lange-bertalotii* Krammer)。并对拉鲁湿地硅藻的种类组成进行了分析, 指出了其中的优势属及优势种, 对优势种的环境指示进行了分析。

关键词: 硅藻; 中国新记录; 西藏; 湿地

中图分类号: Q949.2

文献标志码: A

Preliminary Studies on Diatoms from Lalu Wetland in Tibet

WU Weiwei, LIU Qi*, FENG Jia, LÜ Junping, XIE Shulian

(College of Life and Science, Shanxi University, Taiyuan 030006, China)

Abstract: We investigated 133 diatom taxa (including 122 species, 11 varieties) from Lalu Wetland, of these taxa, 6 species were new record in China: *Eunotia dorofeyukae* Lange-Bertalot & E. Reichardt, *Gomphonema calci fugumm* Lange-Bertalot & E. Reichardt, *Gomphonema campodunense* E. Reichardt, *Navicula trilatera* Bahls, *Cymbopleura similiformis* Krammer, *Cymbella lange-bertalotii* Krammer. We analyzed the species composition of diatom, pointed out the advantages of genera and species, and analyzed environmental indicator of advantage of species.

Key words: diatom; new record in China; Tibet; wetland

硅藻是单细胞的真核藻类, 具有硅质化的细胞壁, 是水生生态系统中的重要初级生产者。硅藻在淡水、海水和半咸水中都有分布, 且在潮湿的土壤、岩石以及树皮的表面均可以生长繁殖。拉鲁湿地国家级自然保护区位于西藏自治区拉萨市西北角, 地理坐标为 90°5'E, 29°40'N, 总面积为 6.2 km², 其平均海拔为 3 645 m, 西北面是高山环绕, 东北面是娘热、夺底两条沟谷形成的流沙河, 其东面是城关区拉鲁乡, 南面是拉萨市中干渠和当热路。拉鲁湿地国

家自然保护区的主要土壤类型为泥炭沼泽土和泥炭土, 是典型的青藏高原湿地。在 20 世纪 80 年代以前植被类型主要为灯心草-芦苇沼泽, 现已退化成为芦苇沼泽和沼泽草甸, 属于芦苇泥炭沼泽^[1]。

2015 年 7 月, 我们对拉鲁湿地不同生境的藻类进行了标本采集, 依据 Round 等^[2]的分类系统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 133 个分类单位, 包括 54 属 122 种 11 变种。标本现存放于山西大学植物标本馆(SXU)。

收稿日期: 2016-12-26; 修改稿收到日期: 2017-02-09

基金项目: 国家自然科学基金(31600166)

作者简介: 吴维维(1993—), 女, 在读硕士研究生, 主要从事藻类区系分类研究。E-mail: wuweiwei0325@qq.com

* 通信作者: 刘琪, 博士, 硕士生导师, 主要从事藻类生物学研究。E-mail: liuqi@sxu.edu.cn

1 材料和方法

于 2015 年 7 月对拉鲁湿地进行藻类标本采集, 标本用 4% 的甲醛固定保存, 取部分水样加入等体积盐酸, 置于加热平板上进行酸化处理, 直至标本呈现白色。处理后, 经蒸馏水洗涤 6~7 次, 并用 95% 酒精保存。取适量已处理样品用 Naphrax 封片胶固定, 制成永久封片^[3]。用 Olympus BX51 光学显微镜于 100 倍镜下观察, 并用 Olympus DP71 型显微摄影数码相机拍照。标本鉴定参考文献^[4-21]。

2 结果与讨论

2.1 拉鲁湿地硅藻的种类组成

拉鲁湿地国家自然保护区的主要土壤类型为泥炭沼泽土和泥炭土, 是典型的青藏高原湿地。7 月份, 硅藻在藻类植物中占优势地位, 且种类丰富, 经鉴定共发现 133 个分类单位, 包括 54 属 122 种 11 变种。具体种类名录见表 1。

2.2 拉鲁湿地硅藻的中国新记录种

2.2.1 兰格伯泰勒特桥弯藻 (图版 I, 1~2)

Cymbella lange-bertalotii Krammer 2002: 152, 174; pl. 179: figs 1-6; pl. 180: figs 1-8; pl. 181: figs 1-6, 8; pl. 182: figs 1-9.

壳面弯月形, 两侧明显不对称, 有明显的背腹之分, 背缘呈明显的拱形, 腹缘略弯曲或近于平直, 壳面末端钝圆。壳面长 42.0~51.0 μm , 宽 12.5~13.5 μm 。轴区狭窄, 壳缝略偏于腹侧, 中央区较大。线纹呈放射状排列, 具明显的点纹。线纹 10 μm 内 8 条。

生境: 西藏拉鲁湿地, 水草附着, 底栖, 水温 17.6, pH 8.0。

国外分布: 欧洲(阿尔巴尼亚, 法国, 马其顿, 波兰)。

2.2.2 多罗弗里克短缝藻 (图版 I, 3~6) *Eunotia dorofeyuka* Lange-Bertalot & M. S. Kulikovskiy 2010: 29, 65; pl. 20, figs 1-6.

壳面弓形, 有明显的背腹之分, 腹部略微弯曲, 上下壳面两端都有短的壳缝, 壳缝从极节斜向腹侧边缘, 不具有中央极节。壳面长 29.0~37.0 μm , 宽 6.0~6.5 μm , 线纹在接近头端处 10 μm 内 11~14 条, 接近末端处 10 μm 内 15~16 条。

生境: 西藏拉鲁湿地, 烂草叶附着, 水温 17.6, pH 8.0。

国外分布: 亚洲(蒙古)。

讨论: 笔者所观察到的细胞壳面比 *Eunotia*

dorofeyuka Lange-Bertalot & M. S. Kulikovskiy 图版描述窄。

2.2.3 相似弯肋藻 (图版 I, 7~10) *Cymboplectra similiformis* Krammer 2003: 69, 159; pl. 90: figs 1-21; pl. 91, figs 25-30; pl. 93, figs 1.

壳面宽椭圆形, 具轻微的背腹性, 背腹部近直线形, 两侧近平行, 末端头状, 有明显的肩部。壳面长 34.0~36.0 μm , 宽 8.0~8.5 μm , 轴区狭窄, 线形, 中央区不对称。壳缝轻微侧偏。中央区线纹 10 μm 内 8~13 条, 接近末端处 10 μm 内 11~16 条。

生境: 西藏拉鲁湿地, 水草附着, 底栖, 水温 17.6, pH 8.0。

国外分布: 中美洲(萨尔瓦多)。

讨论: 笔者所观察到的壳面头端比 *Cymboplectra similiformis* Krammer 图版描述的小。

2.2.4 坎普登斯异极藻 (图版 I, 11~15) *Gomphonema campodunense* E. Reichardt 2015: 384, figs 135-155.

壳面轻微异极, 披针形或近菱形披针形, 壳面长 31.0~35.0 μm , 宽 5.5~7.0 μm 。轴区狭窄, 线形。中央区小, 具孤点, 线纹 10 μm 内 10~11 条。线纹不是单列, 在光学显微镜下分辨不出点纹。

生境: 西藏拉鲁湿地, 水草附着, 水温 17.6, pH 8.0。

国外分布: 欧洲(德国)。

讨论: 笔者所观察到的细胞壳面比 *Gomphonema campodunense* E. Reichardt 稍窄。

2.2.5 嫌钙异极藻 (图版 I, 16~20) *Gomphonema calcifugum* Lange-Bertalot & E. Reichardt Lange-Bertalot & Genkal 1999: 53.

壳面异极, 狭棒状, 顶端钝圆, 末端狭圆形。壳面长 19.0~24.0 μm , 宽 5.0~6.0 μm 。轴区狭窄, 线形。中央区呈不规则蝴蝶结形, 具孤点。线纹接近中央区呈辐射状, 接近两端呈轻微的辐射状。线纹单列, 10 μm 内 10~13 条。

生境: 西藏拉鲁湿地水草附着, 水温 17.6, pH 8.0。

国外分布: 欧洲(波兰), 大洋洲(澳大利亚, 新西兰)。

讨论: 笔者所观察到的细胞壳面比 *Gomphonema calcifugum* Lange-Bertalot 图版描述较宽。

2.2.6 三角舟形藻 (图版 I, 21~26) *Navicula trilatera* L. Bahls 2013: 20, figs 76-84.

壳面线形, 末端轻微亚喙状。壳面长 19.0~22.0 μm , 宽 4.5~5.0 μm , 线纹 10 μm 内 15~16 条。轴区狭窄, 中央区大, 呈不规则矩形, 壳缝线形。线纹接近壳面中央呈辐射状, 接近两端处呈轻微辐

射状。线纹在中央区呈不规律消失。

生境:西藏拉鲁湿地,水草附着,水温17.6,pH 8.0。
国外分布:北美洲(加拿大)。

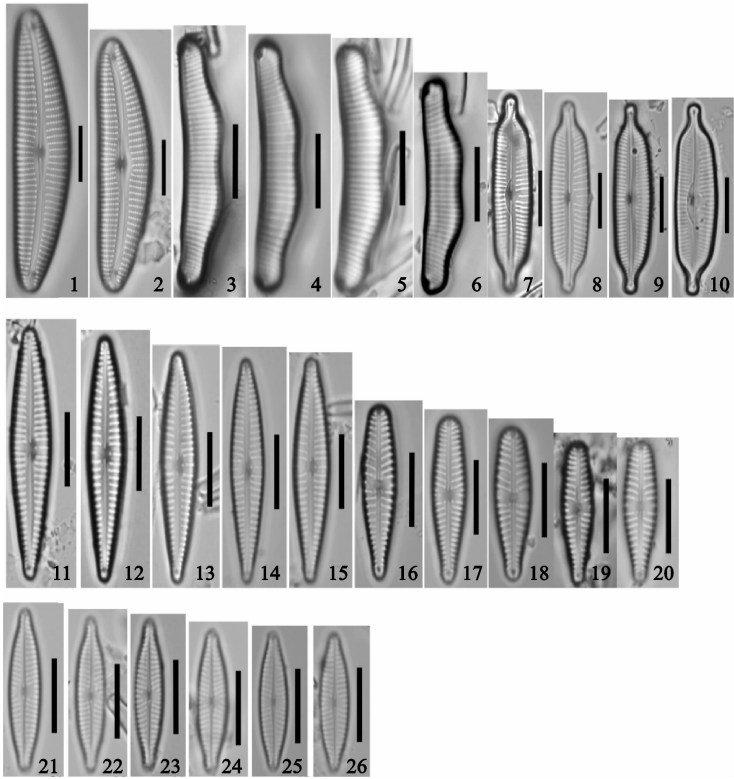
3 拉鲁湿地硅藻的种类组成特点

拉鲁湿地所在的拉萨河谷属藏南高原温带半干旱季风气候区,自然环境错综复杂,复杂的环境条件造成了该区丰富的物种多样性。硅藻在 7 月份的藻类植物中占优势地位,且种类丰富。

通过对拉鲁湿地的硅藻植物进行鉴定,共发现 133 个分类单位,隶属于 3 纲 12 目 54 属,其中,圆筛藻纲共发现 6 个分类单位,包括 2 目 5 属。脆杆藻纲共发现 16 个分类单位,包括 2 目 9 属。硅藻纲共发现 111 个分类单位,包括 8 目 40 属。其中异极藻属,共观察到 15 个分类单位,桥弯藻属共观察到 11 个分类单位,舟形藻属共观察到 9 个分类单位,桥弯藻属,异极藻属,舟形藻属是其中的优势属,占总藻类数的 26.3%。巴桑等^[18]对西藏拉鲁湿地夏季和秋季浮游藻类群落特征研究中,共观察到硅藻 77 个分类单位,其中舟形藻属,针杆藻属,脆杆藻属

是优势属,舟形藻属,共 13 个分类单位,针杆藻属,共 9 个分类单位,脆杆藻属共 7 个分类单位,占总藻类数的 37.7%。笔者与巴桑等^[22]观察到的硅藻门优势属有显著的不同,这可能是由于采集的生境及季节不同所造成的。

整体来看拉鲁湿地的硅藻种类丰富,数量也多,优势种为微小异极藻(*Gomphonema parvulum*)、尖异极藻(*Gomphonema capitatum*)、纤细异极藻(*Gomphonema graciledictum*)、膨胀桥弯藻(*Cymbella tumida*)、箱形桥弯藻(*Cymbella cistula*)、辐头舟形藻(*Navicula capitatoradiata*)、瞳孔鞍形藻(*Sellaphora pupula*)等。观察到有能适应多种生态类型的种类,如库津细齿藻 *Denticula kuetzingii*,钝脆杆藻沃切里变种 *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* 等。在藻类的鉴定过程中,还观察到一些喜富营养水体的种类,如平顶异极藻 *Gomphonema truncatum*、头状蹄形藻 *Hippodonta capitata* 等,说明拉鲁湿地的部分水体有富营养化的趋势,自然环境疑似受到了外界因素的干扰,对此应该引起我们的重视。



图版 I 1~2. 兰格伯泰勒特桥弯藻;3~6. 多罗弗里克短缝藻;7~10. 相似弯肋藻;11~15. 坎普登斯异极藻;16~20. 嫌钙异极藻;21~26. 三角舟形藻。标尺=10 μm。
Plate I Fig. 1—2. *Cymbella lange-bertalotii* Krammer; Fig. 3—6. *Eunotia dorofeyuka* Lange-Bertalot & M. S. Kulikovskiy; Fig. 7—10. *Cymboplectura similiformis* Krammer; Fig. 11—15. *Gomphonema campodunense* E. Reichardt; Fig. 16—20. *Gomphonema calcifugum* Lange-Bertalot & E. Reichardt Lange-Bertalot & Genkal; Fig. 21—26. *Navicula trilatera* L. Bahls. Lange-Bertalot. Scale bar =10 μm

表 1 拉鲁湿地硅藻名录

Table 1 List of diatoms identified in Lalu wetland

Species 种类	Species 种类
圆筛藻纲 COSCINODISCOPHYCEAE	弯曲真卵形藻 <i>E. flexella</i> (Kützing) Meister
冠盘藻科 Stephanodiscaceae Glezer & Makarova	曲丝藻属 <i>Achnantheidium</i>
小环藻属 <i>Cyclotella</i>	小曲丝藻 <i>A. minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki
梅尼小环藻 <i>C. meneghiniana</i> Kützing	平丝藻属 <i>Planothidium</i>
眼斑小环藻 <i>C. ocellata</i> Pantocsek	频繁平丝藻 <i>P. frequentissimum</i> Lange-Bertalot
冠盘藻属 <i>Stephanodiscus</i>	披针平丝藻 <i>P. lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot
汉斯冠盘藻 <i>S. hantzschii</i> Grunow	不定平丝藻 <i>P. dubium</i> (Grunow) Round & Bukhtiyarova
碟星藻属 <i>Discostella</i>	附萍藻属 <i>Lemnicola</i>
具星碟星藻 <i>D. stelligera</i> (Cleve &Grunow) Houk & Klee	匈牙利附萍藻 <i>L. hungarica</i> (Grunow) Round & Basson
细点藻属 <i>Puncticulata</i>	卵形藻科 Cocconeidaeae Kützing
未及细点藻 <i>P. praetermissa</i> (Lund) Houk & Klee	卵形藻属 <i>Cocconeis</i>
直链藻科 Melosiraceae Kützing	扁圆卵形藻 <i>C. placentula</i> Ehrenberg
直链藻属 <i>Melosira</i>	柄卵形藻 <i>C. pediculus</i> Ehrenberg
变异直链藻 <i>M. varians</i> Agardh	双眉藻科 Catenulaceae Mereschkowsky
脆杆藻纲 FRAGILARIOPHYCIDAE	双眉藻属 <i>Amphora</i>
脆杆藻科 Fragilariaceae Greville	结合双眉藻 <i>A. copulate</i> (Kützing) Schoeman & Archibald
肘形藻属 <i>Ulnaria</i>	花柄双眉藻 <i>A. pediculus</i> (Kützing) Grunowex A. Schmidt
肘状肘形藻 <i>U. ulna</i> (Nitzsch) Compère	卵形双眉藻 <i>A. ovalis</i> (Kützing) Kützing
脆杆藻属 <i>Fragilariiforma</i>	桥弯藻科 Cymbellaceae Greville
二头端脆杆藻 <i>F. bicipitata</i> (Mayer) D. M. Williams & Round	桥弯藻属 <i>Cymbella</i>
钝脆杆藻属 <i>Fragilaria</i>	近轴桥弯藻 <i>C. proxima</i> Reimer
钝脆杆藻中狭变种 <i>F. capucina</i> var. <i>mesolepta</i> (Rabenhorst)Rabenhors	膨胀桥弯藻 <i>C. tumida</i> (Brébisson) Van Heurck
钝脆杆藻沃切里变种 <i>F. capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> (Kützing) Lange-Bertalot	亚粗糙桥弯藻 <i>C. peraspera</i> Krammer
羽纹脆杆藻 <i>F. pinnata</i> Ehrenberg	兰格伯泰勒特桥弯藻 <i>C. lange-bertalotii</i> Krammer
等片藻属 <i>Diatoma</i>	细角桥弯藻 <i>C. neoleptoceros</i> Krammer
普通等片藻 <i>D. vulgaris</i> Bory	切断桥弯藻 <i>C. excisa</i> kutzing
念珠状等片藻 <i>D. moniliformis</i> (Kützing) D. M. Williams	斯库台安娜桥弯藻 <i>C. scutariana</i> Krammer
中型等片藻 <i>D. mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing	分割形桥弯藻 <i>C. excisiformis</i> Krammer
延长等片藻细弱变种 <i>D. elongatum</i> var. <i>tenuis</i> (C. Agardh) van Heurck	新箱形桥弯藻 <i>C. neocistula</i> Krammer
十字脆杆藻属 <i>Staurosira</i>	箱形桥弯藻 <i>C. cistula</i> (Ehrenberg) kirchner
连结十字脆杆藻双节变种 <i>S. construens</i> var. <i>binodis</i> (Ehrenberg) Hamilton	近细长桥弯藻 <i>C. subleptoceros</i> Krammer
窄十字脆杆藻属 <i>Staurosirella</i>	弯肋藻属 <i>Cymbopleura</i>
羽状窄十字脆杆藻 <i>S. pinnata</i> (Ehrenberg) D. M. Williams & Round	舟形弯肋藻 <i>C. naviculiformis</i> (Auerswald ex Heiberg) Krammer
奥尔登堡窄十字脆杆藻 <i>S. oldenburgian</i> (Hustedt) Morales	安格里卡弯肋藻 <i>C. peranglica</i> Kramme
狭辐节窄十字脆杆藻 <i>S. leptostauron</i> (Ehrenberg) D. M. Williams & Round	长圆弯肋藻 <i>C. oblongata</i> Kramme
假十字脆杆藻属 <i>Pseudostaurosira</i>	宽形弯肋藻 <i>C. lata</i> (Grunowex Cleve) Krammer
寄生假十字脆杆藻近缢缩变种 <i>P. parasitica</i> var. <i>subconstricta</i> krammer	相似弯肋藻 <i>C. similiformis</i> Krammer
汉氏藻属 <i>Hannaea</i>	优美藻属 <i>Delicata</i>
弧形汉氏藻原变种 <i>H. arcus</i> var. <i>arcus</i> (Ehrenberg) Patrick	优美藻 <i>D. delicatula</i> (Kützing) Krammer
平板藻科 Tabellariaceae Kützing	内丝藻属 <i>Encyonema</i>
平板藻属 <i>Tabellaria</i>	丛生内丝藻 <i>E. caespitosa</i> (Kützing) Brun
绒毛平板藻 <i>T. flocculosa</i> (Roth) Kützing	多荚内丝藻 <i>E. prostratum</i> (Berkeley) Kützing
硅藻纲 BACILLARIOPHYCEAE	奥尔斯瓦尔德内丝藻 <i>E. auerswaldii</i> Rabenhorst
短缝藻科 Eunotiaceae Kützing	西里西亚内丝藻 <i>E. silesiacum</i> (Bleisch) D. G. Mann
短缝藻属 <i>Eunotia</i>	长内丝藻 <i>E. latens</i> (Krasske) D. G. Mann
微小短缝藻 <i>E. minor</i> (Kützing)Grunow	膨胀内丝藻 <i>E. ventricosum</i> (C. Agardh) Grunow
多罗弗里克短缝藻 <i>E. dorofeyukae</i> Lange-Bertalot & M. S. Kulikovskiy	尖月藻属 <i>Encyonopsis</i>
曲丝藻科 Achnanthidiaceae D. G. Mann	尖月藻 <i>E. descripta</i> (Hustedt) Krammer
真卵形藻属 <i>Eucocconeis</i>	细小尖月藻 <i>E. minuta</i> Krammer & E. Reichardt
平滑真卵形藻 <i>E. laevis</i> (Østrup) Lange-Bertalot	法国尖月藻 <i>E. falaisenses</i> (Grunow) Krammer

续表 1Continued Table 1	
Species 种类	Species 种类
瑞士藻属 <i>Reimeria</i>	羽纹藻科 <i>Pinnularia</i> D. G. Mann
弯曲瑞士藻 <i>R. sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer	羽纹藻属 <i>Pinnularia</i>
异极藻科 <i>Gomphonemataceae</i> Kützing	碧利斯羽纹藻 <i>P. insociabilis</i> Krasske
异极藻属 <i>Gomphonema</i>	分歧羽纹藻中型变种 <i>P. divergens</i> var. <i>media</i> Krammer
嫌钙异极藻 <i>G. calcifugum</i> Lange-Bertalot & E. Reichardt	美壁藻属 <i>Caloneis</i>
坎普登斯异极藻 <i>G. campodunense</i> E. Reichardt	镰形美壁藻 <i>C. falcifera</i> Lange-Bertalot, Genkal & Vekhov
尖异极藻 <i>G. capitatum</i> Ehrenberg	短角美壁藻 <i>C. silicula</i> (Ehrenberg) Cleve
极细异极藻 <i>G. exilissimum</i> (Grunow)Lange-Bertalot & E. Reichardt	棒形美壁藻 <i>C. bacillum</i> (Grunow) Cleve
意大利异极藻 <i>G. italicum</i> Kützing	双壁藻科 <i>Diploneidaceae</i> D. G. Mann
卡兹那科夫异极藻 <i>G. kaznakowii</i> Mereschkowsky	双壁藻属 <i>Diploneis</i>
小异极藻 <i>G. minutum</i> (C. Agardh) C. Agardh	长圆双壁藻 <i>D. oblongella</i> (Nägeli ex Kützing) Cleve-Eule
纤细异极藻 <i>G. graciledictum</i> E. Reichardt	舟形藻科 <i>Naviculaceae</i> Kützing
具点橄榄异极藻 <i>G. olivaceum</i> Lange-Bertalot & E. Reichardt	舟形藻属 <i>Navicula</i>
延长异极藻 <i>G. productum</i> (Grunow) Lange-Bertalot & E. Reichardt	安氏舟形藻 <i>N. antonii</i> Lange-Bertalot
小异极藻 <i>G. parvulus</i> (Lange-Bertalot E. Reichardt) & Lange-Bertalot & E. Reichardt	辐头舟形藻 <i>N. capitatoradiata</i> H. Germain
小型异极藻 <i>G. parvuliforme</i> Levkov, Mitic-Kopanja & E. Reichardt	雷斯狄酷舟形藻 <i>N. leistikowii</i> Lange-Bertalot
小型异极藻 <i>G. parvulum</i> (Kützing)Kützing	荔波舟形藻 <i>N. libonensis</i> Schoeman
平顶异极藻 <i>G. truncatum</i> Ehrenberg	合缝舟形藻 <i>N. notha</i> J. H. Wallace
尤泰异极藻 <i>G. utae</i> Lange-Bertalot & E. Reichardt	放射舟形藻 <i>N. ridiosa</i> Kützing
中华异极藻属 <i>Gomphosinica</i>	平凡舟形藻 <i>N. trivialis</i> Lange-Bertalot
赫迪中华异极藻 <i>G. hedinii</i> (Hustedt) Kociolek, You & Wang	三角舟形藻 <i>N. trilatera</i> Bahls
等列藻科 <i>Diadesmidaceae</i> D. G. Mann	迪卡斯舟形藻 <i>N. decussis</i> (Østrup) Bukhtiyarova
泥生藻属 <i>Luticola</i>	细小藻属 <i>Adlafia</i>
偏肿泥生藻 <i>L. ventricosa</i> (Kützing) D. G. Mann	小细小藻 <i>A. minuscula</i> (Grunow) Lange-Bertalot
双肋藻科 <i>Amphipleuraceae</i> Grunow	蹄形藻属 <i>Hippodonta</i>
肋缝藻属 <i>Frustulia</i>	头状蹄形藻 <i>H. capitata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski
普生肋缝藻 <i>F. vulgaris</i> (Thwaites) DeToni	辐节藻科 <i>Stauroneidaceae</i> D. G. Mann
短纹藻科 <i>Brachysiraceae</i> D. G. Mann	辐节藻属 <i>Stauroneis</i>
短纹藻属 <i>Brachysira</i>	史密斯辐节藻 <i>S. smithii</i> Grunow
瘦短纹藻 <i>B. neoexilis</i> Lange-Bertalot	西藏辐节藻 <i>S. tibetica</i> Mereschkowsky
长箴藻科 <i>Neidiaceae</i> Mereschkowsky	杯装藻属 <i>Craticula</i>
长箴藻属 <i>Neidium</i>	模糊杯状藻 <i>C. ambigua</i> (Ehrenberg) D. G. Mann
舌状长箴藻 <i>N. ligulatum</i> Q. Liu, Q. X. Wang & Kociolek	小杯状藻 <i>C. subminuscula</i> (Manguin) C. E. Wetzel & L. Ector
宽幅长箴藻 <i>N. ampliatum</i> (Ehrenberg) Krammer	异菱藻科 <i>Anomoconeidaceae</i> D. G. Mann
细纹长箴藻长头变种 <i>N. affine</i> var. <i>longiceps</i> (Greg)	异菱藻属 <i>Anomoconeis</i>
长箴形藻属 <i>Neidiomorpha</i>	雅致异菱藻 <i>A. inconcinna</i> Metzeltin,Lange-Bertalot & Nergui
双结长箴形藻 <i>N. binodis</i> (Ehrenberg) M. Cantonati, Lange-Bertalot & N. Angeli	硅藻科 <i>Bacillariaceae</i> Ehrenberg
似双结长箴藻 <i>N. binodiforme</i> (Krammer) Cantonati, Lange-Bertalot & Angeli	菱板藻属 <i>Hantzschia</i>
鞍形藻科 <i>Sellaphorineae</i> D. G. Mann	两尖菱板藻相等变种 <i>H. amphioxys</i> var. <i>aequalis</i> Cleve-Eulur
鞍形藻属 <i>Sellaphora</i>	菱形藻属 <i>Nitzschia</i>
平滑鞍形藻 <i>S. laevis</i> (Kützing) D. G. Mann	多样菱形藻 <i>N. diversa</i> Hustedt
杆状鞍形藻 <i>S. bacillum</i> (Ehrenberg) D. G. Mann	毡帽菱形藻 <i>N. homburgiensis</i> Lange-Bertalot
瞳孔鞍形藻 <i>S. pupula</i> (Kützing) Mereschkovsky	管毛菱形藻 <i>N. fruticosa</i> Hustedt
施特罗母鞍形藻 <i>S. stroemii</i> (Hustedt) H. Kobayasi	霍弗里菱形藻 <i>N. heuflerana</i> Grun
曲解藻属 <i>Fallacia</i>	两栖菱形藻 <i>N. commutata</i> Grunow
矮小曲解藻 <i>F. pygmaea</i> (Kützing) Stickle & D. G. Mann	弯曲菱形藻平片变种 <i>N. sinnuta</i> var. <i>tabellaria</i> (Grunow) Grunow
假曲解藻属 <i>Pseudofallacia</i>	细端菱形藻 <i>N. dissipata</i> (Kützing)Rabenhorst
露西维假曲解藻 <i>P. losevae</i> (Lange-Bertalot, Genkal & Vekhov) Liu, Kociolek & Wang	弯曲菱形藻德洛变种 <i>N. sinuata</i> var. <i>delognei</i> (Grunow) Lange-Bertalot

续表 1 Continued Table 1

Species 种类	Species 种类
盘杆藻属 <i>Tryblionella</i>	具盖棒杆藻 <i>R. operculata</i> (C. Agardh) Ruck & Nakov
莱维迪盘杆藻 <i>T. levidensis</i> W. Smith	双菱藻科 Surirellaceae Kützing
狭窄盘杆藻 <i>T. angustatula</i> (Lange-Bertalot)	双菱藻属 <i>Surirella</i>
细齿藻属 <i>Denticula</i>	微小双菱藻 <i>S. minuta</i> Brébisson ex Kützing
库津细齿藻 <i>D. kuetzingii</i> Grunow	窄双菱藻 <i>S. angusta</i> Kützing
棒杆藻科 Rhopalodiaceae (Karsten) Topachevs kyj & Oksiyuk	瑞典双菱藻 <i>S. suecica</i> Grunow
窗纹藻属 <i>Epithemia</i>	波缘藻属 <i>Cymatopleura</i>
弗里克窗纹藻 <i>E. frickei</i> Krammer	草鞋形波缘藻 <i>C. solea</i> (Brébisson) W. Smith
棒杆藻属 <i>Rhopalodia</i>	

参考文献：

[1] 华国春,黄川友,李艳玲,等. 拉萨拉鲁湿地生态恢复与重建对策研究[J]. 水资源保护,2007,**23**(6):93-96.
HUA G C,HUANG C Y,LI Y L,*et al.* Ecological protection and restoration of Lahu Wetland in Lasa City[J]. *Water Resources Protection*,2007, **23**(6):93-96.

[2] ROUND F E, CRAWFORD R M, MANN D G. The Diatoms. Morphology and Biology of the Genera[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1990: 747.

[3] 朱惠忠,陈嘉佑. 中国西藏硅藻[M]. 北京:科学出版社, 2000: 1-353.

[4] 齐雨藻. 中国淡水藻志: 第四卷, 硅藻门中心纲[M]. 北京:科学出版社, 1995: 1-104.

[5] 施之兴. 中国淡水藻志: 第十二卷, 硅藻门, 异极藻科[M]. 北京:科学出版社, 2004: 1-147.

[6] 尤庆敏. 中国淡水管壳缝目硅藻的分类学研究[D]. 上海:华东师范大学, 2009.

[7] 刘 妍. 大兴安岭沼泽硅藻分类生态研究[D]. 杭州:浙江大学, 2010.

[8] 刘 琪. 四川若尔盖湿地及其附近水域硅藻的分类及生态研究[D]. 杭州:浙江大学, 2015.

[9] 王 捷,李 博,冯 佳,等. 西藏西南部湖泊浮游藻类区系及群落结构特征[J]. 水生生物学报,2015,**39**(4):837-844.
WANG J,LI B,FENG J,*et al.* Characteristics of algal flora and community in the southwestern Tibet[J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2015,**39**(4):837-844.

[10] LANGE-BERTALOT H. Iconographia Diatomologica Annotated Diatom Micrographs Vol. 20[M]. Ruggell: A. R. G. Gantner Verlag Kommanditgesellschaft, 2009: 134-702.

[11] KRAMMER K. LANGE-BERTALOT H. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae[M]. Band 2/1. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 1997: 440.

[12] KRAMMER K. LANGE-BERTALOT H. Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae[M]. Band 2/2. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 1997: 610.

[13] KRAMMER K. LANGE-BERTALOT H. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae[M]. Band 2/3. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 2004: 611.

[14] KRAMMER K. LANGE-BERTALOT H. Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Achnanthes s. l., Navicula s. Str. Gomphonema[M]. Band 2/4. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 2003: 467.

[15] KRAMMER K. Diatoms of Europe. Vol. 1: The genus Pinularia[M]. Ruggell: A. R. G. Gantner Verlag Kommanditgesellschaft, 2000: 703.

[16] LANGE-BERTALOT H. Diatom of Europe. Vol. 2: Navicula sense stricto, 10 Genera Sperated from Navicula sense lato, Frustulia[M]. Ruggell: A. R. G. Gantner Verlag Kommanditgesellschaft, 2001: 11-526.

[17] KRAMMER K. Diatoms of Europe. Vol. 3: Cymbella[M]. Ruggell: A. R. G. Gantner Verlag Kommanditgesellschaft, 2002: 9-580.

[18] KRAMMER K. Diatoms of Europe. Vol. 4: Cymbopleura, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocymbella [M]. Ruggell: A. R. G. Gantner Verlag Kommanditgesellschaft, 2003: 2-520.

[19] LANGE-BERTALOT H, BAK M, WITKOWSKI A. Diatoms of Europe. Vol. 6: Eunotia and Some Related Genera [M]. Ruggell: A. R. G. Gantner Verlag Kommanditgesellschaft, 2011: 15-265.

[20] LANGE-BERTALOT, H. Diatoms of Europe. Vol. 8: The diatom genus *Gomphonema* in the Republic of Macedonia [M]. Koenigstein: Koeltz Scientific Books, 2016: 1-552.

[21] BAHLS L. New diatoms (Bacillariophyta) from western North America[J]. *Phytotaxa*, 2013, **82**(1): 7-28.

[22] 巴 桑,普 布,马正学,等. 西藏拉鲁湿地夏季和秋季浮游藻类群落特征[J]. 湿地科学,2012,**10**(4):404-416.
BA S,PU B,MA Z X,*et al.* Characteristics of planktonic algal community in Lhalu wetland of Tibet in summer and autumn [J]. *Wetland Science*, 2012,**10**(4):404-416.

(编辑:潘新社)