

# 泸沽湖现生介形类的研究

余芳艳<sup>1\*</sup>, 谢曼平<sup>1#</sup>, 尚发美<sup>2</sup>, 郭姝雯<sup>1</sup>, 何志兴<sup>1</sup>

<sup>1</sup>云南师范大学地理学部, 云南省高原地理过程与环境变化重点实验室, 云南 昆明

<sup>2</sup>澄江市第一中学, 云南 澄江

收稿日期: 2021年12月23日; 录用日期: 2022年2月7日; 发布日期: 2022年2月14日

## 摘要

介形类在古气候环境研究、水环境监测及地质勘探等方面具有重要作用, 因此加强对现生介形的研究具有重要意义。本文通过采集泸沽湖的表层沉积物, 在泸沽湖沉积物中鉴定出介形类7属7种, 分别是泽氏玻星介 *Candonocypris novaezelandiae*, 克氏丽星介 *Cypria kraepelini*, 意外湖花介 *Limnocythere inopinata*, 弯叶豆形玻璃介 *Fabaeformiscandona myllaina*, 豆形豆形玻璃介 *Fabaeformiscandona fabaeformis*, 楔形真星介(比较种) *Eucypris cf.cuneata*, 青春金星介 *Cypris pubera*, 河星介属 *Potamocypris*, 经过介形类属种的鉴定和统计分析, 获取介形类的定量生态信息, 为泸沽湖水环境监测和古气候环境研究奠定基础, 同时丰富我国现生介形类生境数据。

## 关键词

泸沽湖, 现生介形类, 生态信息

# Study on the Extant Ostracods in Lugu Lake

Fangyan Yu<sup>1\*</sup>, Manping Xie<sup>1#</sup>, Famei Shang<sup>2</sup>, Shuwen Guo<sup>1</sup>, Zhixing He<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Yunnan Provincial Key Laboratory of Plateau Geographical Processes and Environmental Change, Department of Geography, Yunnan Normal University, Kunming Yunnan

<sup>2</sup>Chengjiang No. 1 Middle School, Chengjiang Yunnan

Received: Dec. 23<sup>rd</sup>, 2021; accepted: Feb. 7<sup>th</sup>, 2022; published: Feb. 14<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

Ostracoids play an important role in paleoclimate environment research, water environment monitoring and geological exploration, so it is of great significance to strengthen the research on

\*第一作者。

#通讯作者。

extant ostracods. In this paper, 7 genera and 7 species of ostracods were identified in the sediments of Lugu Lake by collecting the surface sediments of Lugu Lake, namely *Candonocypris novaezelandiae*, *Cyprina kraepelini*, *Limnocythere inopinata*, *Fabaeformiscandona myllaina*, *Fabaeformiscandona fabaeformis*, *Eucypris* (comparative species) *Eucypris cf. cuneata*, *Cypris pubera*, *Potamocypris*, ossicles species to obtain quantitative ecological information of ostracods, lay the foundation for water environment monitoring and paleoclimate environment research of Lugu Lake, and enrich the habitat data of ostracods in my country.

## Keywords

Lugu Lake, Extant Ostracods, Ecological Information

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

介形虫是节肢动物门甲壳纲中的一个亚纲，身体被石灰质形成的左右两壳所包裹，壳体长度通常在0.5~1.5 mm左右，物种丰富，数量众多，分布广[1]。不易溶蚀的介壳通常能保存在沉积物中[2]，而介形虫的生长发育与其宿生的水环境密不可分，气候波动下水体的温度、盐度、水深、溶解氧、酸碱值等环境因子发生变化，从而使介形的数量、属种组合发生变化[3]，介形类能敏感地响应环境变化[4]，在湖泊[5][6]、海洋[7][8]古环境重建中发挥着重要的作用。水生生态系统组成部分之一的介形类能反映水环境的污染状况[9]，对铀矿冶地域介形类研究发现，水体中铀浓度越高介形的丰度越小，铀浓度越小介形丰度越高[10]，工业集中地区周围的水域通常会受到污染，在这些受到污染的水域中介形类会非常稀少，甚至不能生存[11]。介形类还能用于地质勘探，对柴达木盆地东部介形类的研究发现，介形类化石的丰度可以反映气源岩的好坏或有无[12]，对渤海古近纪介形类组合、岩性等的研究推测了地层形成的水体环境和气候条件，进而推测烃源岩和储集层的分布，对油气的勘探具有重要意义[13]。综上所述介形类在古气候环境重建、水环境监测、地质勘探等方面具有重要作用。这些工作都依赖于现生介形虫生态信息的研究，比如利用现生介形虫软体部分对介形类的分类体系进行补充和校正，介形生长的水深、盐度、温度范围等，但目前为止存在介形的生态信息掌握较少，在中国存在的一些地方种尚不清楚其习性，种属分类未形成统一的分类系统等问题，急需加强对现生介形的研究，了解其生态信息，更好地为古环境恢复、水环境监测、地质勘探等工作服务。本文通过对泸沽湖表层沉积物的采集，鉴定出现生介形类的属种，获取介形类的定量生态信息，为泸沽湖水环境监测和古气候环境研究奠定基础，增加对我国西南部高原湖泊中介形类的了解，同时丰富我国现生介形类生境数据。

## 2. 研究区概况

泸沽湖(27°40'~27°45'N, 100°45'~100°50'E)位于云南省宁蒗县与四川省盐源县交界处，地处青藏高原东南部，是第四纪以后的新构造运动所形成的断层溶蚀陷落湖泊，湖面海拔 2692.2 m，湖泊面积 57.7 km<sup>2</sup>，流域面积 216 km<sup>2</sup>，是云南省海拔最高的湖泊，也是中国最深的淡水湖之一。湖区属于低纬度高原季风气候，夏季受来自孟加拉的暖湿气流影响，冬季主要受西风带南支急流的影响，年平均气温 12.6℃，年平均降水量 931 mm，全年分为明显的干湿季，6月至10月为雨季，11月至次年的5月为旱季[14]。

### 3. 材料与方法

根据湖泊不同的水深与空间分布,首先在 Google Earth 上选取了 27 个采样点(见图 1),确定其经纬度,2017 年 2 月利用抓斗式采泥器,采集表层沉积物后,用样品袋密封好带回实验室,同时,利用多参数水质监测仪 YSI 对泸沽湖采样点的水深、水温、溶解氧等水质参数进行测量,并对沉积物的性状和周边环境进行了描述(见表 1)。这些环境参数有助于进一步了解介形虫的栖息环境,从而更清楚地了解介形虫的生态信息。

对采集的 27 个泸沽湖表层沉积物样品进行介形虫挑样和鉴定。首先取 20 g 样品放入 500 mL 烧杯中,加入 200 mL 的去离子水浸泡,并轻微晃动使沉积物分散,在实验室内静置 24 小时后,用一套筛子(65 目,125 目)在流动的自来水下缓慢冲洗进行过筛,将套筛上剩余的样品用去离子水转移至培养皿中,自然晾干后,用小毛笔在 Motic 双目体视镜下鉴定其属种和统计数量后,放入自制的微体化石盒中保存。

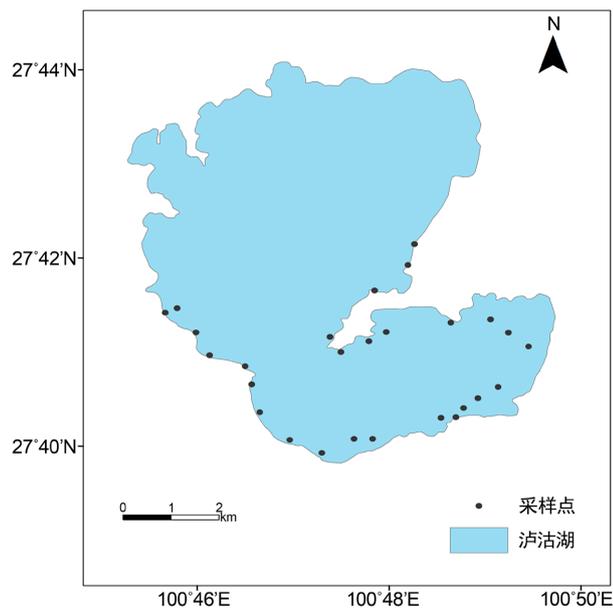


Figure 1. Location and sampling points of Lugu Lake  
图 1. 泸沽湖位置及采样点图

Table 1. Sampling location and environmental parameters of Lugu Lake  
表 1. 泸沽湖采样位置及环境参数

样品编号	经度/E	纬度/N	水深/m	温度/℃	溶解氧mg/L	备注
LGH-1	100°48'59.3"	27°40'29.6"	2.5	9.8	11.5	湖底有水草,底泥呈墨绿色
LGH-2	100°49'05.4"	27°40'37.5"	18	10.2	14	底泥呈墨绿色
LGH-3	100°49'15.4"	27°40'45.5"	32.5	10	14	底泥呈墨绿色
LGH-4	100°49'31.1"	27°40'55.7"	20.8	10.2	14.3	底泥呈墨绿色
LGH-5	100°49'50.7"	27°41'24.0"	12.1	10.7	11.9	水底有草绿色水草,无底泥
LGH-6	100°49'37.2"	27°41'34.8"	22.3	10.3	11.7	水底岩石较多,无底泥
LGH-7	100°49'19.8"	27°41'43"	31	10.4	11.6	底泥呈墨绿色
LGH-8	100°48'49.4"	27°41'37.7"	36	12	13.6	底泥呈墨绿色

## Continued

LGH-9	100°48'4.1"	27°41'28.0"	42.7	12.5	12.3	底部有沙, 无底泥
LGH-10	100°47'47"	27°41'21.8"	41.8	12.8	15.5	底泥呈墨绿色
LGH-11	100°47'25.5"	27°41'12.6"	42.8	13	18.2	底部有岩石, 无底泥
LGH-12	100°47'18.4"	27°41'22.5"	23.5	13.2	17.4	底部有岩石, 无底泥
LGH-13	100°47'51.9"	27°42'05.3"	17.6	14	18.9	底部是沙泥
LGH-14	100°48'11.0"	27°42'29.0"	47.8	14.5	17.6	底部沙石, 无底泥
LGH-15	100°48'21.4"	27°42'47.9"	33.8	12.6	17.3	底部有沙石, 无底泥
LGH-16	100°45'27.8"	27°41'45.7"	46.7	12.1	19.2	无底泥
LGH-17	100°45'16.5"	27°41'41.8"	16.1	11.1	16.7	底部沙石, 无底泥
LGH-18	100°45'36.7"	27°41'25.9"	14.2	11.3	19.8	底泥呈墨绿色
LGH-19	100°45'47.3"	27°41'10.9"	14.2	11.5	13.8	底泥呈灰绿色
LGH-20	100°46'15.2"	27°41'04.9"	4.2	11.5	18.2	底泥呈灰色, 并伴有黑泥, 杂质较多
LGH-21	100°46'27.5"	27°40'46.1"	7.6	12.2	18	有水草, 灰色底泥, 伴有白色杂质, 有臭味
LGH-22	100°46'30.9"	27°40'22.2"	5.3	12.1	16.8	底泥呈黑绿, 有臭味, 周围水呈墨绿色
LGH-23	100°46'51.2"	27°40'07"	6	12	15.6	底泥呈灰绿色
LGH-24	100°47'18.2"	27°39'56.1"	3.2	13	18.2	底泥表面灰色, 里面黑色
LGH-25	100°47'44"	27°40'9"	35.6	11.7	17	底泥表层青黄, 内部青灰色
LGH-26	100°47'57"	27°40'12"	33.4	11.8	17.8	无底泥
LGH-27	100°48'47"	27°40'30"	32.5	11.5	18.6	底泥呈灰黄色

#### 4. 属种描述

在泸沽湖 27 个表层沉积物中共鉴定出介形 7 属 7 种, 分别是泽氏玻星介 *Candonocypris novaezelandiae* (简称为 *C. novaezelandiae*), 克氏丽星介 *Cypria kraepelini* (简称为 *C. kraepelini*), 意外湖花介 *Limnocythere inopinata* (简称为 *L. inopinata*), 弯叶豆形玻璃介 *Fabaeformiscandona myllaina* (简称为 *F. myllaina*), 豆形玻璃介 *Fabaeformiscandona fabaeformis* (简称为 *F. fabaeformis*), 楔形真星介(比较种) *Eucypris cf. cuneata* (简称为 *E. cf. cuneata*), 青春金星介 *Cypris pubera* (简称为 *C. pubera*), 河星介属 *Potamocypris*。下面对各属种进行描述:

##### 4.1. 泽氏玻星介 *Candonocypris novaezelandiae*

度量(mm): 长 1.63~1.77, 高 0.74~0.81。

壳体描述: 雌体壳体呈绿色。右壳前后两端比左壳长, 尤其在前端最为显著; 左壳在腹部微叠覆于右壳。侧视长卵形, 中部偏后最高, 高不及长度的 1/2; 背缘中部弧形隆起; 前端宽圆, 后端窄圆; 腹缘中部明显内弯。背视壳体狭长, 最宽处位于中后部; 两端皆尖, 前端更甚。壳面光滑。前部内板宽, 约为壳长的 1/5; 后部内板较窄, 宽约为前部的 1/2。前、后庭发育; 结合带窄; 放射毛细管短、直, 数目

中等。右壳内板上具独特的粗脊状织边，在前部位于内板的中部，在腹缘沿外缘延伸，在后部位于内板靠内一侧。左壳织边弱，沿外缘延伸。

分布与生境：新西兰、澳大利亚、日本、滇池有发现。春季孵化、夏季达到生育高峰。为滇池介形的优势种，占到总介形虫含量的 70%。分布水域的理化参数为：水深 3.2~41.8 m，温度 10℃~14℃，溶解氧 11.6~19.8 mg/L。

#### 4.2. 克氏丽星介 *Cypria kraepelini*

度量(mm)：长 0.49~0.55，高 0.35~0.4，宽 0.22~0.24。

壳体描述：壳体呈黄褐色，壳为半透明；前后两端呈红褐色，背部中间区域具褐色斑点。色素沉淀较多。背缘略隆起，双壳明显不对称，左壳前后两端叠覆于右壳，右壳背缘叠覆于左壳。右壳的前、后缘近腹部分具有一排小齿。

分布与生境：欧洲和亚洲，上海、浙江、江苏、云南、贵州、江西和海南都有发现。它们多栖息于鱼塘、湖泊浅水区、溪流、沟渠及运河中，终年出现，幼体常见于三月份至九月份，但因栖息地不同有所差别。分布水域理化参数为：水深 2.5~41.8 m，温度 9.8℃~14℃，溶解氧为 11.5~19.8 mg/L。

#### 4.3. 意外湖花介 *Limnocythere inopinata*

度量(mm)：雌体壳长 0.5~0.7。

壳体描述：雌体壳色界于灰白色至黄色间。侧视，壳近长方形；背缘较直，中部略内弯；腹缘中间明显内弯。背视，壳前端呈喙状，后端较圆，左壳后缘较右壳长，且叠覆于右壳上，两壳前端几乎等长。双壳的形态和结构相似。通常每壳具有两或三个大小不等的瘤状凸起。通常在同一个地理种群中，有些无瘤状凸起，而另一些则较为明显，还有一些双壳具刻饰。瘤状凸起常不对称出现。左壳在后腹缘通常具一排 3~7 个小的齿状凸起，但有些种内没有；右壳通常没有。雄体侧视，雄体比雌体更长；背缘自壳顶向前倾斜，壳的背缘高于背缘。

分布与生境：通常分布于全北区，也发现于撒哈拉沙漠以南的非洲，中国甘肃、内蒙古、江苏、青海、新疆和西藏均有发现。它们广泛分布于各种水体中，如鱼塘、沼泽、沟渠、湖泊、流速缓慢的小溪和河流，及稻田。栖息于底泥及细沙中。成体和幼体全年出现，因此被认为是终年出现种；然而，在一些地区的冬季并未发现当前种，因此当前种的生活史可能还受其他环境因素的影响，尚需进一步的研究。分布水域理化参数为：水深 3.2~41.8 m，温度 10.2℃~14℃，溶解氧为 11.6~18.9 mg/L。

#### 4.4. 弯叶豆形玻璃介 *Fabaeformiscandona myllaina*

度量(mm)：雌体壳长 1.39~1.49；壳长 1.43~1.53，高约 0.6。雄体壳长 1~1.52，高约 0.65。

壳体描述：雌体壳面散布小瘤突，后部壳面具典型的多边形网纹。侧视：后端 1/3 处最高，背缘自最高处向后呈 40° 倾斜，在后端形成一个明显背后角；腹缘中部略内弯。背视：左壳大于右壳，两端皆尖，左壳于前缘叠覆于右壳上；左壳背缘距后端 1/4 处叠覆于右壳上，并形成半弯形凸出。内视：前端内壳层较后端宽。雄体比雌性个体略大，背缘自最高处向后倾斜约 25°。侧视：腹缘中部明显内弯。左右执握器较特殊，末端均细长。半阴茎顶部较钝圆，中叶较小。

分布与生境：日本，中国上海。栖息于人工灌溉的小池塘及农田中。分布水域理化参数为：水深 2.5~41.8 m，温度 9.8℃~14℃，溶解氧为 11.5~19.8 mg/L。

#### 4.5. 豆形豆形玻璃介 *Fabaeformiscandona fabaeformis*

度量(mm)：壳长 0.88~1.2，高约为长的 1/2，宽约为长的 1/3。

壳体描述：雌体呈珍珠白色。侧视，壳长，高与长之比存在差异，壳中部略后最高；背前缘较直，自壳顶向前倾斜。背视，侧扁，中部最宽，两端皆尖；左壳的背缘略高于右壳，于此形成个弯角。雄体比雌体稍长，壳形明显不同。侧视，后缘宽圆，腹缘明显内弯。背视，壳中部最宽，宽略大于长的 1/3。颚足：末端指状凸起与主干相交处具个明显的沟；右执握器明显膨大，盔甲状，近方形；左执握器非盔甲状，末端指状凸起略呈 S 形。阴茎自基部至末端逐细；内叶末端窄，外叶末端平齐。

分布与生境：欧洲、亚洲和北美洲，及中国江苏、台湾和青海均有发现。喜栖息于具泥泞沼泽，或暂时性小水体，每年繁殖一代。分布水域理化参数为：水深 3.2~41.8 m，温度 10.2℃~14℃，溶解氧为 11.6~19.8 mg/L。

#### 4.6. 楔形真星介(比较种) *Eucypris cf.cuneata*

度量(mm)：长 0.81，高 0.45，厚 0.40。

壳体描述：壳体大，侧视长楔形。前端高，均匀弯曲；后端上部倾斜下部圆形弯曲。腹缘中部显著内凹，左壳大，沿腹缘叠覆右壳。最大高度位于壳体中部略偏前处。背视凸度大，似透镜状，壳面光滑。

分布与生境：星云湖。分布水域理化参数为：水深 3.2~41.8 m，温度 10.2℃~14℃，溶解氧为 11.6~19.8 mg/L。

#### 4.7. 青春金星介 *Cypris pubera*

度量(mm)：长 2.15~2.31，高 1.28~1.39。

壳体描述：壳呈淡绿色或橄榄绿色，中央肌痕组区域通常无色。成体壳面粗糙，被粗短的纤毛；幼体的壳面则具网纹。背视，壳大，饱满，近卵圆形，壳中部或略偏前最宽。腹面观，壳近卵圆形。侧视，腹缘较直，距前端 3/7 处最高；背缘圆形隆起，前缘宽圆，后缘窄圆；腹缘口区具凸起。左壳腹缘叠覆于右壳上，其前缘约具 9~11 个发达的齿状凸起；右壳腹后角亦具一个发达的齿突。

分布与生境：中国湖北、青海、西藏和台湾、四川等及云南滇池均有发现。多栖息于各种水体，如池塘、水池、沟渠、运河、水流缓慢的河流湖泊的沿岸带以及一些稻田等中。可容忍的最大盐度约 4‰ [15]。分布水域理化参数为：水深 18~41.8 m，温度 10.2℃~12.8℃，溶解氧为 14~15.5 mg/L。

#### 4.8. 河星介属 *Potamocypris*

壳体描述：当前属介形类壳小，长约 0.5~10 mm，侧扁，双壳明显不对称。右壳较左壳高，且背缘常叠覆于左壳上；右壳腹部亦叠覆于左壳上。双壳表面光滑或具有斑坑。通常壳呈绿色，个别种类具暗绿色横纹。

分布及生境：泸沽湖。分布水域理化参数为：水深 6~41.8 m，温度 10.2℃~14℃，溶解氧为 13.8~19.8 mg/L。

### 5. 讨论

泸沽湖 27 个表层沉积物中，17 个样品中发现介形，10 个样品中没有发现任何介形，挑出介形虫 1027 个，鉴定出介形 7 属 7 种，介形的总量和分异度都较低，其生产量见图 2。其中 *C. novaezelandiae* 为第一优势种，占介形总量的 31.67%，*F. myllaina* 为第二优势种，占介形总量的 26.45%，*F. fabaeformis* 为第三优势种占介形总量的 20.16%，*C. kraepelini*、*L. inopinata*、*E. cf.cuneata*、*C. pubera*、*Potamocypris* 数量较少。其中 *C. novaezelandiae*、*C. kraepelini*、*L. inopinata*、*F. myllaina*、*F. fabaeformis*、*E. cf.cuneata* 生境基本相似，均生活在水深 2.5~41.8 m，温度 9.8℃~14℃，溶解氧 11.5~19.8 mg/L 的范围内，*Potamocypris* 生活的环境稍有差异，分布在水深 6~41.8 m，温度 10.2℃~14℃，溶解氧 13.8~19.8 mg/L 的范围内，而 *C.pubera* 只在两个采样点中发现，其水深为 18 m 和 41.8 m，温度为 10.2℃和 12.8℃，溶解氧为 14 mg/L

和 15.5 mg/L。总的来说, 泸沽湖中的介形虫分布在水深 2.5~41.8 m, 温度 9.8°C~14°C, 溶解氧 11.5~19.8 mg/L 的范围中, 就具体的属种而言, *C. novaezelandiae*、*C. kraepelini*、*L. inopinata*、*F. myllaina*、*F. fabaeformis*、*E. cf.cuneata* 生境大体相似, *Potamocypris* 生态幅稍窄, *C. pubera* 生态幅最窄, 对水深、温度和溶解氧有更高的要求。在介形挑选和鉴定中发现, 不同采样点介形的丰度和分异度差异较大, 部分采样点介形的丰度和分异度较高, 例如 LGH-2 和 LGH-25, 而有的采样点介形丰度和分异度较低, 如 LGH-1, LGH-3, LGH-20, LGH-27, 甚至在一些采样点中没有介形, 如 LGH-5、LGH-17。实际上, 在同一湖泊中, 很多采样点的理化参数差异不大, 可能是不同采样点的微环境、底质和水动力条件等因素控制着介形的分布[16]。

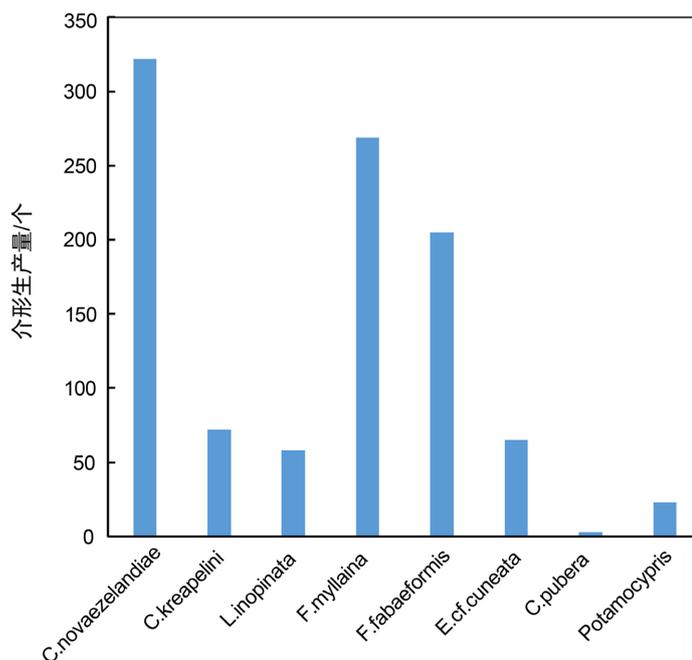


Figure 2. Production of ostracods in Lugu Lake  
图 2. 泸沽湖介形类生产量图

## 6. 结论

本文对泸沽湖表层沉积物中介形类的统计鉴定与分析, 鉴定介形类共计 7 属 7 种, 分别是泽氏玻星介 *C. novaezelandiae*, 克氏丽星介 *C. kraepelini*, 意外湖花介 *L. inopinata*, 弯叶豆形玻璃介 *F. myllaina*, 豆形豆形玻璃介 *F. fabaeformis*, 楔形真星介(比较种) *E. cf.cuneata*, 青春金星介 *C. pubera*, 河星介属 *Potamocypris*, 该湖介形类丰度和分异度均不高, 其中泽氏玻星介 *C. novaezelandiae* 是泸沽湖中的绝对优势种, 楔形真星介(比较种) *E. cf.cuneata* 为地层中曾灭绝的种, 其在现代湖泊中的再次出现与人类活动导致其休眠卵复苏有关。各属种介形生境的总范围为水深 2.5~41.8 m, 温度 9.8°C~14°C, 溶解氧 11.5~19.8 mg/L, 各种的丰度在不同采样点有明显的差异, 部分采样点没有发现介形, 可能是不同采样点的微环境、底质和水动力条件等不同, 具体生态习性与环境的关系需进一步研究。

## 基金项目

青藏高原色林错地区晚冰期以来湖面变化及气候响应(基金号: 41961015)、湖泊演变及气候变化响应(合同编号: 2019QZKK0202)共同资助。

## 参考文献

- [1] 禹娜. 中国非海水介形类[M]. 上海: 上海教育出版社, 2014.
- [2] Smith, A.J., Horne, D.J., Martens, K., *et al.* (2015) Class Ostracoda. In: Thorp, J. and Rogers, D.C., Eds., *Ecology and General Biology: Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates*, Academic Press, Waltham, 757-780. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385026-3.00030-9>
- [3] Bunbury, J. and Gajewski, K. (2005) Quantitative Analysis of Freshwater Ostracode Assemblages in Southwestern Yukon Territory, Canada. *Hydrobiologia*, **545**, 117-128. <https://doi.org/10.1007/s10750-005-2746-0>
- [4] 谢曼平, 朱立平, 彭萍, 等. 8.4 ka 以来纳木错湖芯介形类组合的环境变化意义[J]. 地理学报, 2008, 63(9): 931-944.
- [5] Peng, P., Zhu, L.P., Frenzel, P., *et al.* (2013) Water Depth Related Ostracod Distribution in Lake Pumoyum Co, Southern Tibetan Plateau. *Quaternary International*, **313**, 47-55. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.08.054>
- [6] Guo, Y., Zhu, L., Frenzel, P., *et al.* (2015) Holocene Lake Level Fluctuations and Environmental Changes at Taro Co, Southwestern Tibet, Based on Ostracod-Inferred Water Depth Reconstruction. *The Holocene*, **26**, 29-43. <https://doi.org/10.1177/0959683615596829>
- [7] 阎玉忠, 王宏, 李凤林, 等. 渤海湾西岸 BQ1 孔揭示的沉积环境与海面波动[J]. 地质通报, 2006, 25(3): 357-382.
- [8] 吴同, 杨振京, 王一鸣, 等. 温州沿海平原晚更新世以来的海相地层特征及沉积环境[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2019, 39(4): 148-162.
- [9] Mezquita, F., Roca, J.R., Reed, J.M., *et al.* (2004) Quantifying Species-Environment Relationships in Non-Marine Ostracoda for Ecological and Palaeoecological Studies: Examples Using Iberian Data. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **225**, 93-117. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2004.02.052>
- [10] 陈亮, 夏良树, 刘江, 等. 基于介形类生态特征评价湖南某铀矿山地表水放射性环境[J]. 原子能科学技术, 2020, 54(8): 1355-1360.
- [11] Ruiz, F., Abad, M., Bodergat, A.M., *et al.* (2013) Freshwater Ostracods as Environmental Tracers. *International Journal of Environmental Science and Technology*, **10**, 1115-1128. <https://doi.org/10.1007/s13762-013-0249-5>
- [12] 门相勇, 孙镇城, 曹丽, 等. 柴达木盆地东部微体化石丰度与天然气源岩[J]. 地质论评, 2006, 52(3): 363-369.
- [13] 刘士磊, 王启飞, 龚莹杰, 等. 渤海海域古近纪微体化石组合特征及油气勘探意义[J]. 地层学杂志, 2012, 36(4): 700-709.
- [14] 李玉. 滇西北泸沽湖流域末次冰盛期和冰消期的植被和气候变化[D]: [硕士学位论文]. 昆明: 云南师范大学, 2020.
- [15] Meisch, C. (2000) Freshwater Ostracoda of Western and Central Europe. Spektrum, Heidelberg, 63-449.
- [16] 宋高, 王海雷, 郑绵平, 等. 西藏地区现代沉积物中介形类环境指示意义初探[J]. 湖泊科学, 2015, 27(5): 962-974.