

## 两个新的桃花水母形态度量学参数的建立及其在种类区分上的应用

高 谦 张立强 姚卫建 王桂堂 李文祥 聂 品

(中国科学院水生生物研究所,淡水生态与生物技术国家重点实验室,武汉 430072)

**摘要:**桃花水母属一些种类命名的有效性仍存在争议,本文建立了两个新的形态度量学参数,即触手密集度和平衡囊密集度,采用形态度量学方法对在我国采集到的索氏桃花水母、嘉定桃花水母、中华桃花水母和短手桃花水母进行了比较研究,并讨论这两个参数在种类区分上的应用。此外,利用 Spearman 秩相关系数检验桃花水母各形态学参数之间的相关性。结果表明,短手桃花水母和中华桃花水母在形态上没有明显的差异,可能与中华桃花水母为同一物种。嘉定桃花水母与中华桃花水母和索氏桃花水母在形态上均存在显著的差异,应该是一个有效种。桃花水母的触手数和平衡囊数均与伞径显著正相关,除嘉定桃花水母外,其他三种桃花水母的平衡囊密集度都与触手密集度显著正相关。

**关键词:**桃花水母;形态度量;触手密集度;平衡囊密集度

**中图分类号:**S941.52 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3207(2007)01-0078-05

常见的水螅或水母都具有刺细胞(Cnidoblast),在分类上属于刺胞动物门(Cnidaria)。刺胞动物大多生活在海洋中,淡水中的种类较少。绝大多数淡水水母都隶属于水螅纲(Hydrozoa)淡水水母目(Limnomedusae)笠水母科(Olindiidae)<sup>[1]</sup>。迄今已报道20多种淡水生活的笠水母,其中近半数隶属桃花水母属(*Craspedacusta*)<sup>[1]</sup>,该属由 Lankester<sup>[2]</sup>根据索尔比(Sowerby)在伦敦丘园(Kew Gardens)水池中所采标本建立,模式种为索氏桃花水母(*Craspedacusta sowerbyi* Lankester, 1880)。

目前,已报道的桃花水母有11种,其中我国定名的有9种<sup>[3]</sup>。但有些种类命名的有效性一直存在争议。Dejdar<sup>[4]</sup>发现固定方法的不同能引起刺丝囊排列方式变化,而球形平衡囊在幼小的索氏桃花水母中也能观察到,由此认为伊氏桃花水母(*C. iseanum*)<sup>[5]</sup>种的地位不能确定,但 Bouillon 和 Boero<sup>[6]</sup>仍将其列为明确的种。1959年 Shieh 和 Wang<sup>[7]</sup>报道了台湾淡水水母一新种 *C. koui*,但 Kramp<sup>[8]</sup>认为其并非新种,而是索氏桃花水母的同物异名。对于在我国大陆发现的宜昌桃花水母(*C. s. var. kawaii* Oka, 1906)<sup>[9]</sup>、嘉定桃花水母(*C. s. var. kiatingi* Gaw and Kung, 1939)<sup>[10]</sup>、杭州桃

花水母(*C. s. subsp. Hangzhouensis* He, 1980)<sup>[11]</sup>、信阳桃花水母(*C. s. subsp. Xinyangensis* He, 1980)<sup>[11]</sup>和楚雄桃花水母(*C. chuxiongensis* He, Xu & Nie, 2000)<sup>[12]</sup>等种类, Jankowski<sup>[1]</sup>认为它们并不能明显区别于索氏桃花水母,推测是索氏桃花水母的同物异名。但 He<sup>[3]</sup>仍将楚雄桃花水母列为明确的种,并将宜昌桃花水母、嘉定桃花水母、杭州桃花水母和信阳桃花水母由索氏桃花水母的变种或亚种提升为独立的种。我们在研究中发现短手桃花水母(*C. brevinema*)<sup>[13]</sup>与中华桃花水母(*C. sinensis*)<sup>[10]</sup>在形态上也难以区分。因此,对在我国采集到的索氏桃花水母、嘉定桃花水母、中华桃花水母和短手桃花水母水母期的成熟个体(生殖腺发育成熟)进行形态度量学研究,希望深化对于桃花水母的个体差异、种间差异、形态特征及物种命名有效性等方面的认识。

## 1 材料和方法

在2003年3—9月期间,分别在四川的江安(3月)、德阳(6月)和郫县(9月),湖北的秭归(4月)和枝江(6月),浙江的萧山(6月),以及北京(7月)采集到桃花水母。根据标本的平衡囊形状,触手级数及主辐触手的特征,生殖腺的形状和颜色,以及刺丝

收稿日期:2005-01-18;修订日期:2006-09-12

基金项目:国务院三峡工程建设委员会办公室(合同编号: SX 2002-009)资助

作者简介:高谦(1968—),男,湖北武汉人;博士;主要从事水生生物学研究

通讯作者:聂品, E-mail: pinnie@ihb. ac. cn

囊疣的形状、排列方式及其刺丝囊的数目等<sup>[3]</sup>对所采集的桃花水母样品进行种类鉴定,江安的标本为中华桃花水母,稀归的为短手桃花水母(地模标本),萧山和枝江的为索氏桃花水母,德阳、郫县及北京的为嘉定桃花水母。

活体桃花水母样品经 4% 的福尔马林溶液固定,两脚规配合直尺测量其伞径(精确到 1mm),并计算伞体周长( $\pi \times$ 伞径)。由于所检视的桃花水母标本大小差异较大,触手数和平衡囊数等形态参数在不同大小的同种个体之间存在较大差异,为更好地辨认种间形态差异,建立了两个新的形态度量学参数:触手密集度和平衡囊密集度,作为形态度量学分析的性状。前者为伞周单位长度上的触手数,后者为伞周单位长度上的平衡囊数,数值上分别等于触手数、平衡囊数除以伞体周长。所检视各类桃花水母的标本数目见表 1。

全部形态数据用 Microsoft Excel 进行统计分析,采用 SPSS 软件的 ANOVA 程序比较四种桃花水母各形态性状之间的差异是否显著;应用 Spearman 秩相关系数检验各形态学参数之间的相关性。以桃花水母的伞径为 X 轴,分别以触手密集度和平衡囊密集度为 Y 轴进行二维图分析。

## 2 结 果

索氏桃花水母、中华桃花水母、嘉定桃花水母和短手桃花水母的伞径、触手数、触手密集度、平衡囊数、平衡囊密集度的平均值和幅度见表 1。索氏桃花水母的触手密集度和平衡囊密集度最高,嘉定桃花水母的次之,中华桃花水母再次,短手桃花水母的最低。单向方差分析(One-way ANOVA)显示,触手密集度的  $F_{(3, 424)} = 404.60 > F_{0.01(3, 400)} = 3.83 >$

$F_{0.01(3, 424)}$ , 平衡囊密集度的  $F_{(3, 424)} = 121.54 > F_{0.01(3, 400)} = 3.83 > F_{0.01(3, 424)}$ , 即四种桃花水母触手密集度和平衡囊密集度的总体均数皆不相等。进一步采用 Fisher 的最小显著性差异法(Least significant difference method, Fisher LSD)进行均数的多重比较,结果显示,索氏桃花水母的触手密集度显著高于嘉定桃花水母、中华桃花水母和短手桃花水母( $p < 0.05, 0.001$  和  $0.001$ ),嘉定桃花水母的触手密集度又显著高于中华桃花水母和短手桃花水母( $p < 0.001$ ),而后两种之间没有显著性差异( $p > 0.05$ )。另一方面,索氏桃花水母的平衡囊密集度显著高于嘉定桃花水母、中华桃花水母和短手桃花水母(所有  $p < 0.001$ ),嘉定桃花水母的平衡囊密集度显著高于中华桃花水母和短手桃花水母( $p < 0.01$  和  $0.001$ ),而且后两种之间的差异也是显著的( $p < 0.001$ )。

通过 Spearman 秩相关系数来检验桃花水母触手数、触手密集度、平衡囊数及平衡囊密集度与伞径之间的相关性,结果表明,这四种桃花水母的触手数和平衡囊数均与伞径在  $p = 0.01$  水平下显著正相关(表 2);除嘉定桃花水母的触手密集度与伞径在  $p = 0.05$  水平下显著正相关之外,其他三种桃花水母的触手密集度均与伞径  $p = 0.01$  水平下显著负相关(表 2);四种桃花水母的平衡囊密集度均与伞径负相关,且索氏桃花水母、中华桃花水母和嘉定桃花水母的平衡囊密集度与伞径在  $p = 0.01$  水平下显著负相关(表 2)。另外,除嘉定桃花水母的平衡囊密集度与触手密集度显著负相关外( $r = -0.528, p = 0.000$ ),其他三种桃花水母的平衡囊密集度都与触手密集度在  $p = 0.01$  水平下显著正相关(索氏桃花水母: $r = 0.821$ ;中华桃花水母: $r = 0.618$ ;短手桃花水母: $r = 0.336$ )。

表 1 四种桃花水母伞径、触手数、触手密集度、平衡囊数和平衡囊密集度的平均值

Tab. 1 Mean values for the diameter of umbrella, number of tentacles, density of tentacles, number of statocysts, and density of statocysts of four *Craspedacusta* species

种类 Species	标本数 Number of specimens	伞径 Diameter of umbrella	触手数 Number of tentacles	触手密集度 Density of tentacles	平衡囊数 Number of statocysts	平衡囊密集度 Density of statocysts
索氏桃花水母 <i>C. sowerbyi</i>	124	10.5 ± 2.6	355.4 ± 56.6	11.3 ± 2.8	144.2 ± 17.1	4.6 ± 1.1
中华桃花水母 <i>C. sinensis</i>	67	9.1 ± 3.2	142.1 ± 33.2	5.2 ± 1.2	97.5 ± 23.6	3.6 ± 0.9
嘉定桃花水母 <i>C. kiatingi</i>	50	15.9 ± 3.0	520.0 ± 138.1	10.6 ± 1.4	197.8 ± 39.3	4.1 ± 0.8
短手桃花水母 <i>C. brevinema</i>	187	10.1 ± 2.7	150.6 ± 33.0	4.9 ± 0.9	86.7 ± 25.8	2.8 ± 0.6

表2 四种桃花水母的触手数、触手密集度、平衡囊数和平衡囊密集度与伞径的相关性

Tab.2 Correlation between the diameter of umbrella (Du) and the number of tentacles (Nt), density of tentacles (Dt), number of statocysts (Ns), and density of statocysts (Ds) for the four *Craspedacusta* species

种类 Species	触手数 Nt		触手密集度 Dt		平衡囊数 Ns		平衡囊密集度 Ds	
	r	p	r	p	r	p	r	p
<i>C. sowerbyi</i> , Du	0.255**	0.004	-0.776**	0.000	0.255**	0.004	-0.868**	0.000
<i>C. sinensis</i> , Du	0.636**	0.000	-0.698**	0.000	0.434**	0.000	-0.691**	0.000
<i>C. kiatingi</i> , Du	0.852**	0.000	0.312*	0.037	0.461**	0.001	-0.550**	0.000
<i>C. brevinema</i> , Du	0.761**	0.000	-0.583**	0.000	0.758**	0.000	-0.135	0.065

注: r: Spearman 秩相关系数; “\*”表示在  $p = 0.05$  的水平显著相关; “\*\*”表示在  $p = 0.01$  的水平显著相关

Note: r: Spearman ranks correlation coefficient; “\*” indicating correlation is significant at the 0.05 level; “\*\*” indicating correlation is significant at the 0.01 level

在伞径-触手密集度的散点图中(图1),中华桃花水母的个体分布与短手桃花水母的大多重叠,与索氏桃花水母和嘉定桃花水母的较少重叠,后两种之间有部分重叠;在伞径-平衡囊密集度的散点图中(图2),中华桃花水母的个体分布与短手桃花水母的也大多重叠,且与索氏桃花水母的部分重叠,而嘉定桃花水母的个体分布与上述三种都较少重叠。

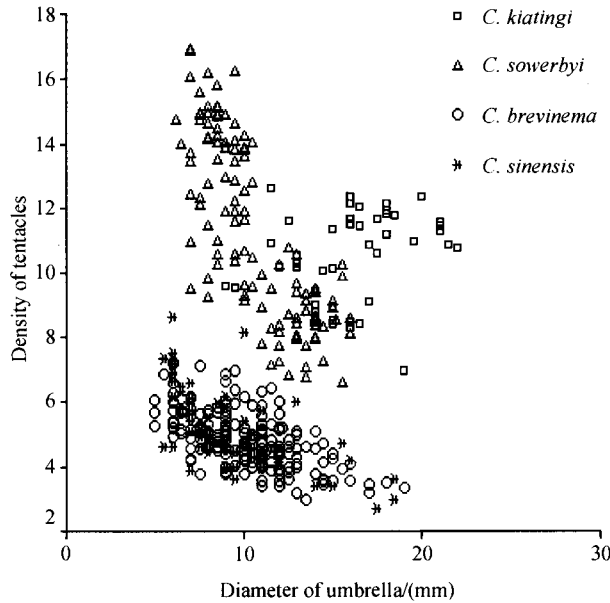


图1 索氏桃花水母、嘉定桃花水母、中华桃花水母和短手桃花水母伞径与触手密集度的散点图

Fig.1 Scatterplots for *Craspedacusta sowerbyi*, *C. kiatingi*, *C. sinensis* and *C. brevinema* on the diameter of umbrella and the density of tentacles

### 3 讨论

尽管 Jankowski<sup>[1]</sup>认为嘉定桃花水母并不能明显区别于索氏桃花水母,可能是索氏桃花水母的同物

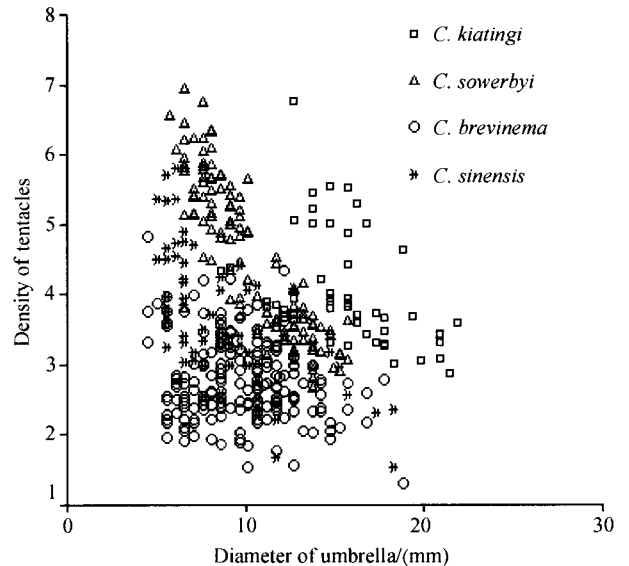


图2 索氏桃花水母、嘉定桃花水母、中华桃花水母和短手桃花水母伞径与平衡囊密集度的散点图

Fig.2 Scatterplots for *Craspedacusta sowerbyi*, *C. kiatingi*, *C. sinensis* and *C. brevinema* on the diameter of umbrella and the density of statocysts

异名,但本研究表明无论是触手密集度还是平衡囊密集度,索氏桃花水母均显著高于嘉定桃花水母;在伞径与触手密集度,以及伞径与平衡囊密集度两两相关的散布图上,嘉定桃花水母的个体分布与索氏桃花水母的均有差异,尽管有少量重叠,但仍可相互区分。因此,本研究支持嘉定桃花水母独立种的地位。

和振武和许人和<sup>[13]</sup>根据在湖北省秭归县归州镇长江沿岸的两个水潭中采集的19个桃花水母标本,鉴定其为一种新种,即短手桃花水母,同时指出该种与中华桃花水母相近,其间的区别仅在于短手桃花水母的刺丝囊疣低圆锥状,生殖腺大而褶皱,呈绿

色。本研究显示,中华桃花水母和短手桃花水母之间触手密集度没有显著性差异,尽管平衡囊密集度存在显著差异,但均数间的差数并不很大。在伞径与触手密集度两两相关的散布图上,中华桃花水母的个体分布与短手桃花水母的完全重叠;在伞径与平衡囊密集度两两相关的散布图上,两种桃花水母的个体分布区域也大部分重叠。因此,推测短手桃花水母和中华桃花水母可能为同一物种,其平衡囊密集度之间的差异可能是由于不同地理种群的原因。

尽管触手密集度和平衡囊密集度这两个新的形态度量学参数在一定程度上反映了桃花水母的种间差异,可作为桃花水母的分类依据之一,但是进一步开展分子水平的研究,获得桃花水母 DNA 序列差异方面的信息,对于确定桃花水母种类的命名有效性和系统发育关系是必要的。

Spearman 秩相关系数检验显示,这四种桃花水母的触手数和平衡囊数均与伞径显著正相关,表明桃花水母的触手和平衡囊均随着个体的生长而逐渐增加,但尚不清楚桃花水母触手和平衡囊的发生机制。除嘉定桃花水母外,其他三种桃花水母的平衡囊密集度都与触手密集度显著正相关,暗示平衡囊和触手之间存在功能上的相关性,而嘉定桃花水母所表现出的负相关可能是由于取样的原因。

#### 参考文献:

- [ 1 ] Jankowski T. The freshwater medusae of the world—a taxonomic and systematic literature study with some remarks on other inland water jellyfish [J]. *Hydrobiologia*, 2001, **462**: 91—113
- [ 2 ] Lankester E R. On a new jelly-fish of Order Trachomedusae, living in freshwater [J]. *Nature*, 1880, **22**: 147—148
- [ 3 ] He Z W. A revision of the genus *Craspedacusta* in China (Limnomedusae, Olindidae) [J]. *Acta Zootax Sin*, 2003, **28**: 20—23[和振武. 中国桃花水母属的修订(淡水水母目,笠水母科). 动物分类学报, 2003, **28**: 20—23]
- [ 4 ] Dejdar E. Die Süßwassermeduse *Craspedacusta sowerbii* Lankester in monographischer Darstellung [J]. *Zeitschr Morph Ökol Tiere*, 1934, **28**: 595—691
- [ 5 ] Oka A, Hara M. On a new species of *Limnocodium* from Japan [J]. *Annot Zool Jap*, 1922, **10**: 83—87
- [ 6 ] Bouillon J, Boero F. Synopsis of the families and genera of the Hydromedusae of the world, with a list of the worldwide species [J]. *Thalassia Salentina*, 2002, **24**: 47—296
- [ 7 ] Shieh J C, Wang Y M. On a fresh-water medusa from Taiwan [J]. *Quart J Taiwan Mus*, 1959, **12**: 201—203
- [ 8 ] Kramp P L. Synopsis on the medusae of the world [J]. *J Mar Biol Ass UK*, 1961, **40**: 1—469
- [ 9 ] Oka A. Eine neue süßwasser-medusae aus China [J]. *Annot Zool Jap*, 1907, **6**: 219—227
- [ 10 ] Gaw H Z, Kung L H. Studies on the freshwater medusa found in Kiating, Szechuen [J]. *Sci Rep Nat Wuhan Univ Biol*, 1939, **1**: 1—12
- [ 11 ] He Z W. Two new subspecies freshwater medusae from China [J]. *J Xinyang Normal Coll*, 1980, **1**: 71—77[和振武. 我国发现两个新亚种淡水水母. 新乡师范学院学报, 1980, **1**: 71—77]
- [ 12 ] He Z W, Xu R H, Nie S M. A new species of freshwater medusae from Yunnan [J]. *Acta Zootax Sin*, 2000, **25**: 139—142[和振武, 许人和, 聂思明. 云南淡水水母一新种. 动物分类学报, 2000, **25**: 139—142]
- [ 13 ] He Z W, Xu R H. A new species of freshwater medusae from China [J]. *Acta Zootax Sin*, 2002, **27**: 33—35[和振武, 许人和. 中国淡水水母一新种. 动物分类学报, 2002, **27**: 33—35]

## ESTABLISHMENT OF TWO NEW MORPHOMETRICAL PARAMETERS OF *CRASPEDACUSTA* (LIMNOMEDUSAE: OLINDIDAE) WITH THEIR APPLICATION IN THE SPECIES VALIDATION

GAO Qian, ZHANG Li-Qiang, YAO Wei-Jian, WANG Gui-Tang, LI Wen-Xiang and NIE Pin

(State Key Laboratory of Freshwater Ecology and Biotechnology, Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

**Abstract:** There are still arguments on the validity of some *Craspedacusta* species. In the present study, *C. sowerbyi*, *C. kiatingi*, *C. sinensis* and *C. brevinema* were compared by using the morphometry, including two new morphometrical parameters established and applied in the species validation, i. e. the density of tentacles and statocysts. The two parameters were calculated as the number of tentacles, and of statocysts in the medusa divided by the diameter of its umbrella. In addition, the correlation between pairs of morphological characters for the above four species were analyzed by using the Spearman rank correlation coefficient. *C. brevinema* and *C. sinensis* were similar in many aspects of their morphology and morphometrics; however, *C. kiatingi* was significantly different from *C. sowerbyi*, and also from *C. sinensis* in the two new morphometrical characters. Spearman correlation test indicated that either the number of tentacles or the number of statocysts was significantly positively correlated with the diameter of umbrella for the four *Craspedacusta* species. Significant positive correlations were found between the density of tentacles and of statocysts for the three species, i. e. *C. sowerbyi*, *C. sinensis* and *C. brevinema*. It is suggested that *C. brevinema* is probably a synonym of *C. sinensis*, and that *C. kiatingi* is a valid species. However, further study on the relationships and validity of *Craspedacusta* species and subspecies described in China, with modern molecular genetic approaches, is needed before any conclusive decisions can be made.

**Key words:** *Craspedacusta*; Morphometry; Density of tentacles; Density of statocysts