

# 硅藻小环藻属(*Cyclotella*)瓣面线纹 计数方法的探讨

齐雨藻 张子安 林兰英

小环藻(*Cyclotella*)是硅藻中较常见的一属<sup>(1)</sup>。个体形态细小,有些种类彼此差异细微,鉴定时颇为困难。传统的方法是以小环藻壳体的形状及瓣面花纹的不同结构进行分类。其中壳面边缘区每10微米的线纹数是一重要的分类依据。但在实际工作中,由于小环藻壳体直径很小,有的不足10微米,在度量时常有不同的结果。

本文通过比较几种度量结果的异同,提出用数学计算克服传统度量误差并使之规范化的方法。

我们以淡水小环藻属的条纹小环藻 [*Cyclotella striata* (Kütz.) Grun.] 孟氏小环藻(*Cyclotella meneghiniana* Kütz.), 库津小环藻(*Cyclotella kützingiana* Thwaites), 微小小环藻(*Cyclotella caspia* Grun.), 星条小环藻(*Cyclotella stelligera* Cleve et Grunow)等种类进行了如下对比研究。

1. 用显微镜的目测微尺直接度量封片中小环藻瓣面的线纹数,即按与瓣面相交的弦(取10微米)来测度(图1)。这种方法对于瓣面直径较大的种类是适当的,但对小型种类则不适宜,其瓣面的直径越小,度量的误差就越大。如微小小环藻(*Cyclotella caspia* Grun.),瓣面直径有的小到仅有2.8微米<sup>(2)</sup>。这样在10微米中的线纹数就无法进行全度量(图2)。

2. 用不同放大倍率的10微米长的细线对显微照片上不同倍数的小环藻沿着周缘(即弧长)度量(图3)。周缘10微米弧长所具有的线纹即为所求的数值。这种用细线度量的方法较用目测微尺的度量准确,一般较弦长度量可减少一条线纹的误差(表1)。因为以10微米的弦长度量时,则可能有些瓣面上的短线纹未能与弦相交而产生疏漏(图4)。但用线段方法也有其局限性,即无法在显微镜下直接度量。

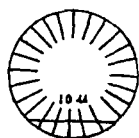


图 1

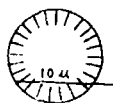


图 2

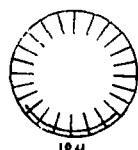


图 3

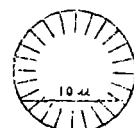


图 4

3. 用数学方法计算瓣面周缘10微米中线纹数。

根据周长为  $\pi D$ ，在实测直径(D)及计算全周长的线纹数(n)之后，求10微米的线纹数(r)为：

$$\pi D : n = 10 : r$$

则可得下述公式：

按公式  $r = \frac{10n}{\pi D}$  .....(1) 求圆周10微米中线纹数。

以孟氏小环藻(*Cyclotella meneghiniana*) 扫描电镜的照片(图5, 7500×) 为例。瓣面直径(D)为11微米，整个壳面有23条肋纹(n)，则10微米周长中的线纹数，

$$r = \frac{10n}{\pi D} = \frac{10 \times 23}{3.14 \times 11} = 6.6 \approx 7(\text{条})$$

表1 几种小环藻的不同度量方法的比较

序号	种类	倍数 ×	直径D (μ) (微米)	线纹总 数(n) (条)	每 10 微 米 线 纹 数				公 式 $r = \frac{10n}{\pi D}$ (条)
					目测微尺度 量(弦长度 量)(条)	线段度量 (弧长度量) (条)	直线回 归法 (条)	曲线回 归法 (条)	
1	<i>Cyclotella striata</i>	5000	18	53	12	11	9	9	9
2	<i>C. striata</i> var. <i>mucronulata</i>	3000	22	72	13	12	10	10	10
3	<i>C. striata</i>	5000	17	65	14	13	12	12	12
4	同上	3000	21	69	13	12	10	10	10
5	同上	5000	20	59	12	11	9	9	9
6	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	7500	11	23	9	8	7	7	7
7	同上	7500	10	27	11	10	9	9	9
8	<i>Cyclotella stelligera</i>	10000	3.8	16	16	15	13		13
9	同上	10000	5	19	15	14	12		12
10	<i>Cyclotella caspia</i>	20000	2.8	20	25	24	23		23

我们还进一步用直线回归和曲线回归方法<sup>(1)</sup>绘出坐标图,应用时较简易准确。

(1) 直线回归图(图6)

取瓣面线纹总数 $n$ (变数)表示横轴,以 $\frac{10n}{\pi}$ (倚变数)表示纵轴。通过运算绘出直线回归图,以直线回归方程式 $y=bx+a$ 表示。

$b$ 为回归系数, $a$ 为常数, $x$ 为瓣面线纹总数(即我们所用的 $n$ )。

在使用本图时,先测度所观察的小环藻瓣面的线纹总数 $n$ ,再根据横轴上的 $n$ 值,查出对应的纵轴上的 $\frac{10n}{\pi}$ 值,然后除以小环藻瓣面直径 $D$ 值,即得瓣面每10微米的线纹数。

仍以孟氏小环藻为例。从横轴上找到 $n=23$ ,再对应查出纵轴( $\frac{10n}{\pi}$ )上的数值为72。以直径 $D=11$ 除以72,得数值 $6.5 \approx 7$ (条),即为10微米中的线纹数。此数值与用公式 $r = \frac{10n}{\pi D}$ 求得的结果相同。

再以条纹小环藻(*Cyclotella striata* (Kütz.) Grun.) (图7)为例。

瓣面直径 $D=18$ 微米  $n=53$ 条 查图表则纵轴 $\frac{10n}{\pi}=168$  除以( $D$ )。

则每10微米的线纹数 $=\frac{168}{18}=9.3$ (条)。

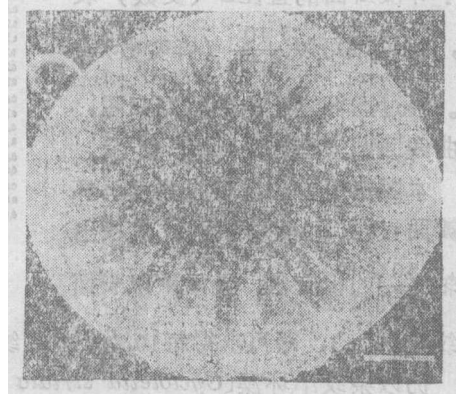


图5 孟氏小环藻 *Cyclotella meneghiniana* ×7500 (SEM), 图中标尺为2 $\mu$

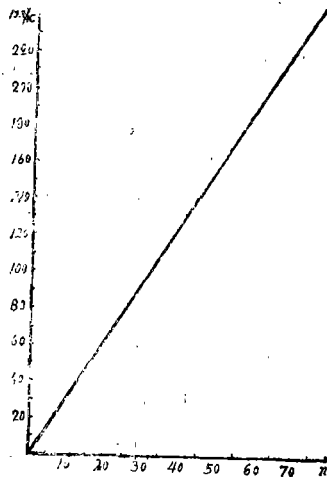


图6 小环藻瓣面线纹总数与 $10n/\pi$ 的关系

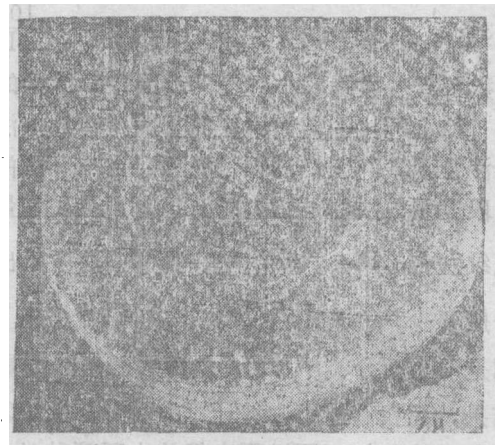
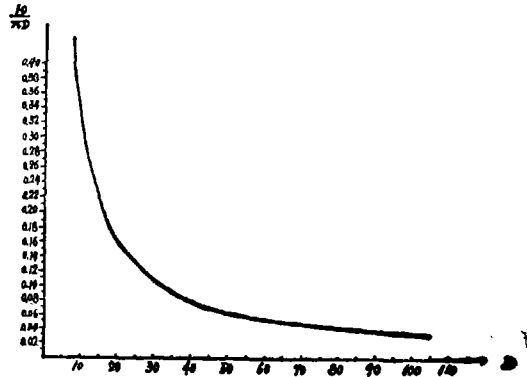


图7 线条小环藻 *Cyclotella striata* ×5000 (SEM)

## (2) 曲线回归图(图 8)

根据公式  $r = \frac{10n}{\pi D}$ ，若横轴以小环藻瓣面的直径D(变数)表示，则纵轴可以  $\frac{10}{\pi D}$ (倚变数)表示。经过运算，绘出曲线回归图，以曲线回归方程式  $y = ax^b$  表示。

本图使用方法：首先测度小环藻瓣面直径(D)然后根据D值找出纵轴  $\frac{10}{\pi D}$  的相应值，最后乘以瓣面

图 8 小环藻瓣面直径D与 $10/\pi D$ 的关系

线纹总数(n)，即可求得每10微米中线纹数。

仍以条纹小环藻(*Cyclotella striata* (Kütz.) Grun.)为例，

瓣面直径D = 18微米 n = 53

查表纵轴相应值为0.175，最后乘以n值

则每10微米的线纹数 =  $0.175 \times 53 = 9.3$ 条

它与用直线回归所算出来的结果9.3条是一致的，从上述二种回归方法的比较可以看出，直线回归图适用于任何不同直径的小环藻瓣面线纹的测度，而曲线回归图因呈抛物线状，当瓣面直径超出10—60微米时，则使用不便。

把上述四种测度方法加以比较，发现结果有所差异。如以条纹小环藻 [*Cyclotella striata* (Kütz.) Grun.]为例，在光学镜下用目测微尺度量，每10微米的线纹数为12条，而用线段度量时为11条。当用直线回归和曲线回归计算时，线纹数都为9.3条。大量的统计表明，用公式  $r = \frac{10n}{\pi D}$  和回归法所表示的二种图例求出的线纹数较直观度量时小环藻的瓣面每10微米的线纹数要少2—3条(表1)。

综上所述，如何用较简易而精确的方法计算小环藻瓣面每10微米的线纹数，可能涉及到我们工作的规范问题。当小环藻的瓣面直径较大时，用显微镜目测微尺和线段度量方法都是适宜的，但是用弧长度量较用10微米弦长度量为准，一般差1条线纹左右，用公式  $r = \frac{10n}{\pi D}$  和回归法所求出的每10微米线纹数较直观度量精确得多一般要少2—3条左右(表1)。这样，就提出了一个值得商榷的问题，即前人的工作，特别是一个新分类单位(taxon)的创立，都是根据光学显微镜下目测微尺直接度量的结果，而我们使用这种计算方法势必造成不同于原描述的结果。我们以为，用数学方法计算任何不同瓣面直径的小环藻种类，可以使所有的硅藻分类工作者有个统一的方法。用了这种方法就不致使同一种类的度量各自不同。而经过我们大量测量认为，只要把数测的结果加1—2(条)，一般与前人的结果就相近似。试把F. Hustedt<sup>(1)</sup>

的小环藻属一些种类按他所发表的图例校测及用数学方法计算对比, 结果列表2。

表2 F.Hustedt的几种小环藻线纹数的校测

原 著 的 线 纹 数					校 测 线 纹 数	
种 类	倍 数	直 径 ( $\mu$ )	线纹总数 (条)	线纹数/ 10 $\mu$	直 线 回 归 法 (条)	曲 线 回 归 法 (条)
<i>C. meneghiniana</i>	1000	20	40	8	6	6
<i>C. striata</i>	1000	40	99	8—10	8	8
同 上	1000	23	50	8	7	7
<i>C. catenata</i>	2000	13	55	13	13	13
<i>C. stelligera</i>	1000	22	66	12	10	10

从这种分析看来, 用Hustedt的图, 根据公式算出来的10微米中的线纹数比他所报告的数要少1至2条。当然个别种类(如*C. catenata* Brun.)也有一致的情形, 我们应用数测方法既避免了在度量时之困惑, 又有一个标准, 这是可取的。这个方法也适用于象硅藻中心目(Centrales)中有类似度量要求的属、种, 如冠盘藻(*Stephanodiscus*)及海链藻属(*Thalassiosira*)等。

### 参 考 文 献

- (1) Hustedt, F., Die Kiesselalgen Deutschland, Österreich und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete, Bd 7. In Rabenhorst, L., Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, 1930.
- (2) 齐雨藻、張子安, 扫描电子显微镜下的硅藻分类研究, 植物分类学报, 15 (1977), 2, 113—120, 图版11—16, 1977.
- (3) 范福仁, 生物统计学, 江苏人民出版社, 1966.
- (4) Genkal, S. I., On counting of some taxonomically significant structural elements of valves in the diatom algae of the Family Thalassiosiraceae Lebour emend. Hasle (Bacillariophyta), Bot. J., 62 (1977), 6, 848—851.

STUDIES ON COUNTING METHODS OF THE  
VALVES STRIAE OF CYCLOTELLA  
(CENTRALES, BACILLARIOPHYTA)

CHI YUH-TZAO    CHANG ZI-AN    LIN LAN-YING

ABSTRACT

The classification of *Cyclotella* (Centrales, Bacillariophyta) presented here is based mainly on the shape of frustule and valves striae of the algae. The number of striae within 10  $\mu$  marginal zone of the valve is an important criterion for the species identification.

In the present paper, a new counting method has been developed for the comparative study of specimens through light and scanning electron-microscope. The results presented here indicate that the application of the mathematic method (use formula  $r = 10n/\pi D$ ) and two plots of regression (linear and curvilinear regression) are simple and correctly counting method for the analysis of the number of striae in 10 $\mu$  marginal zone *Cyclotella*. This rapid method is useful for correct quantitating this specimen and the possibilities and problems in application of this method have been critically discussed.