

# 对《中国图象图形学报》之洛特卡分布参数的统计分析

章毓晋 马婧

(清华大学电子工程系, 北京 100084)

**摘要** 洛特卡定律反映了科研论文数量与作者数量之间的统计规律(常按期刊统计),但其中的参数与学科特点有关。《中国图象图形学报》是图象图形科学领域的重要刊物,以往对其论文数量与作者数量的研究均参照其他工作使用了经典洛特卡定律的参数(由洛特卡对物理和化学的刊物统计得到)。本文通过对该刊创刊10年来有关数据的统计,计算出了该刊特殊的、反映其所属学科特点的洛特卡定律参数,并对不同合著论文作者是否服从洛特卡分布进行了检验分析,为进一步研究该刊的发展情况和规律提供了参考。

**关键词** 文献计量学 洛特卡定律 《中国图象图形学报》 统计 作者

**中图分类号:** G254 G256 TP391 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8961(2007)05-0776-06

## Statistic Analysis of Lotka's Parameters for "Chinese Journal of Image and Graphics"

ZHANG Yu-jin, MA Jing

(Department of Electronic Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084)

**Abstract** Lotka's law reflects the statistic rule between the numbers of papers and their authors for a journal. The parameters of Lotka's law depend on the characteristics of disciplines. "Chinese Journal of Image and Graphics" is an important journal of the community of image and graphics. The formal studies on its numbers of papers and authors used the parameters computed from journals in physics and chemistry. In this paper, by using the 10 years' data of this journal since its creation, the specific parameters of Lotka's law for this journal are obtained. In addition, whether the author's distribution satisfies the Lotka's law is also verified using Kolmogorov-Smirnov test. All these studies serve as useful references to the study of the development regime of this journal.

**Keywords** bibliometrics, Lotka's law, "Chinese Journal of Image and Graphics", statistics, authors.

## 1 引言

1996年创刊的《中国图象图形学报》(以下简称《学报》)是中国图象图形学学会的会刊。她在活跃我国图像图形界的学术气氛,反映该领域研究的进展,报道该领域科技的成果,促进研究人员间的学术交流,培养有关专业人才等方面都起到了重要的作用。10年来,她所发表的有关图像图形工程领域的文章逐年上升,早已成为中国图像工程最主要的一次文献源和中国图形工程主要的一次文献源之一,

也是中国多媒体技术研究重要的一次文献源<sup>[1]</sup>。

科技文章的发表是科研人员研究成果的一种体现,科研人员文章发表的数量在一定程度上反映了他们对科学的贡献<sup>[2]</sup>。在定量评价/衡量一种期刊的学术水平对学科做贡献时,两个重要的参数指标是其上所发表的论文(文献)数量和完成这些论文(著)作者的数量。文献计量学(bibliometrics)是一门采用定量手段(数理统计、逻辑推理等)以各类文献为对象来研究文献交流过程中存在的数学规律的学科<sup>[2,3]</sup>,其中提出于20世纪20年代的洛特卡定律(Lotka's law)揭示了作者数量与论文数量之间的统

基金项目:国家自然科学基金项目(60573148);教育部高等学校博士学科点专项科研基金项目(SRFDP-20060003102)

收稿日期:2007-01-25;改回日期:2007-02-11

第一作者简介:章毓晋(1954~),男,教授,博士生导师。主要研究图像工程及相关教学理论和方法。E-mail: zhangyj@ee.tsinghua.edu.cn

计规律<sup>[4]</sup>,近年来得到了广泛重视和应用。

根据文献计量学的原理,我们曾对创刊10年的《学报》的论文和作者进行了统计研究,以揭示《学报》作为中国图象图形学会的会刊反映我国图象图形科技研究的进展和水平的情况<sup>[5]</sup>。在上述研究中,我们采用典型的洛特卡公式进行了分析。但典型洛特卡公式中的参数是根据物理和化学学科推导出来的,近年许多研究表明其取值应根据具体学科的不同而调整<sup>[2]</sup>。图像图形作为一门新的学科,应有自身的规律,也应有其独特的洛特卡参数。为此本文对《学报》创刊10年来的数据进行了统计分析,主要目的是:(1)确定该刊的特定洛特卡公式参数,从而能具体揭示该刊发表论文数量与其作者数量之间的统计规律。(2)验证其合著论文作者数是否符合洛特卡分布,以得出规律性的结论。(3)在此基础上,重新审视原来对《学报》统计的数据和做出的分析评价。

## 2 洛特卡定律

### 2.1 经典洛特卡定律

洛特卡定律反映的是作者数与论文数之间的统计关系。设在一定统计周期内,共有 $M$ 名作者发表了 $N$ 篇论文。如果用 $x$ 表示某一作者所发表的论文数, $f(x)$ 表示发表 $x$ 篇论文的作者在所有作者中的比例,则经典洛特卡定律的数学表达式为

$$f(x) = \frac{C}{x^2} \quad (1)$$

其中, $C$ 是一个常数,可以取 $C=0.6079$ <sup>[2]</sup>。式(1)就是经典洛特卡定律的数学表达式。如果以论文数的对数为横轴,作者比例的对数为纵轴,洛特卡定律在双对数坐标系中对应一条直线。这条直线的斜率为 $-2$ 而截距约为 $0.61$ 。

经典洛特卡定律是对统计情况进行了简单化和理想化处理后的,因此存在一些问题。

### 2.2 广义洛特卡定律

式(1)表明论文作者比例与论文数之间有一个平方反比的关系,或称倒数平方定律(the inverse square law)。这里指数 $2$ 是洛特卡根据他对物理和化学的一些统计得出的<sup>[2]</sup>。实际上,如果考虑不同的学科,该指数应在 $1.2 \sim 3.8$ 之间<sup>[2]</sup>,或在 $1.5 \sim 4.0$ 之间<sup>[3]</sup>。如果用 $k$ 表示指数,则得到广义的洛特卡定律:

$$f(x) = \frac{C}{x^k} \quad (2)$$

参数 $k$ 取的数值直接反映了论文所在学科的作者量按论文量分布的情况, $k$ 值较大时,论文主要来自低产作者,而 $k$ 值较小时,论文主要来自高产作者。这种分布显然与学科的性质、发展阶段、研究范围的宽窄和合著规模以及论文计数的方法有关系,所以随不同学科有不同取值应是合理的<sup>[2]</sup>。

截止到目前,式(2)反映的倒数反比规律是比较普遍存在的<sup>[6]</sup>。如果仍以论文数的对数为横轴,作者比例的对数为纵轴,则广义洛特卡定律在双对数坐标系中仍然对应直线,只是对不同的学科其直线的斜率 $k$ 和截距 $C$ 应不同(注意这里 $C$ 是一个随 $k$ 变化的参数)。

### 2.3 广义洛特卡定律的参数计算

实际中常用下列方法计算洛特卡定律中的参数 $k$ 和 $C$ <sup>[7]</sup>。用作者的总和 $M$ 乘以式(2)的两边,得

$$Mf(x) = \frac{MC}{x^k} \quad (3)$$

其中, $Mf(x)$ 代表发表了 $x$ 篇论文的作者数。利用最小二乘法,可得到计算 $k$ 的公式为

$$k = \frac{L \sum \{\ln x \ln [Mf(x)]\} - \sum \ln x \sum \ln [Mf(x)]}{L \sum \ln^2 x - \left( \sum \ln x \right)^2} \quad (4)$$

其中, $L$ 表示最大合著者的数量。

将式(2)对所有作者求和,得

$$\sum f(x) = \sum \frac{C}{x^k} = 1 \quad (5)$$

所以可用如下近似公式计算 $C$ <sup>[7]</sup>:

$$C \approx \frac{\sum_{x=1}^{19} \frac{1}{x^k} + \frac{1}{2 \times 19^2} + \frac{1}{(k-1) \times 19^{k-1}}}{24 \times (k-1)^{k+1}} \quad (6)$$

### 2.4 非参数假设检验

为了比较理论分布与实际分布的一致程度,需要进行非参数假设检验。洛特卡定律的验证过程与样本的容量、样本选择的主题内容以及研究方法等都有着密不可分的关系,一种常用的方法是K-S检验方法(Kolmogorov-Smirnov test)。K-S检验的基本思路是计算理论数值的累计频率分布与实际数值的累计频率分布之间的差异,并将最大的差距值 $D_n$ 与临界值 $D_c$ (取决于检验的显著水平)进行比较。如果 $D_n$ 大于 $D_c$ ,则认为理论分布与实际分布有显

著差异;反之,则不能认为理论分布与实际分布有显著差异。若给定检验显著水平为 0.01,则临界值为<sup>[2]</sup>

$$D_0 = \frac{1.63}{\sqrt{M}} \quad (7)$$

## 2.5 合著者问题

作者合著论文量是指 2 个或 2 个以上作者共同署名的发文量。在对论文作者数量进行统计时需考虑合著者的问题,常用的一些方法如下:

### (1) 划一计数法(straight count approach)

在这种方法中,不论一篇论文的作者有多少名,统计时仅考虑第一作者。这是当年洛特卡采取的方法<sup>[4]</sup>。只取第一作者进行统计的优点是:统计比较方便;比较符合当初洛特卡定律的统计环境(当时论文多由单个作者完成)。但由于近些年科研内容难度增大、仪器设备昂贵,以及跨学科或交叉学科等原因,作者合著现象非常普遍。例如 2000 年我国科技论文的合著率达 83.19%<sup>[8]</sup>,而《学报》这 10 年平均合著率达 93.27%<sup>[5]</sup>。如果仍只取第一作者常会带来一定的误差。另外由于未考虑合著者,也不能全面准确地反映所有作者的情况。

### (2) 正规计数法(normal count approach)

在这种方法中,将论文的所有作者同等处理,只要为作者就计算一次<sup>[2]</sup>。这种方法的优点是能较全面地反映论文作者的分布情况,缺点是把第一作者和其合著者对论文的贡献看成同样,不能区分不同作者的贡献大小。洛特卡定律作为反映论文作者科学生产率分布规律的定律,与作者的科学生产率及劳动规模密切相关,而科学生产率由作者的发文数量和科研时间决定,第一作者和合著者的贡献大小一般是不同的。

### (3) 调节计数法(adjusted count approach)

在这种方法中,根据论文作者的数量赋予每人一定的份额,如两人合写,每人为 1/2,三人则为 1/3 等等。这种方法区分了独立完成论文的作者和合作完成论文作者间的科学生产率,但仍未区分第一作者和合著者间的科学生产率。另外,因为每次统计的结果都是小于 1 的分数,导致在统计结果中发文为 0 篇的作者数量较多,这是其不合理的方面。

### (4) 加权计数法(weighted count approach)

在这种方法中,仍考虑所有合著者,但对他们的贡献分别进行加权。例如,可假设所有合著者的贡献大小按署名次序排列,且其贡献份额的递减程度

相同。这样就可如下计算合著者的权重值<sup>[8]</sup>。对于一篇有  $m$  位作者的论文,署名次序中第  $i$  名作者( $i=1,2,\dots,m$ )的权重为

$$W_i = \frac{m-i+1}{\sum_{i=1}^m i} \quad (8)$$

有结果表明,按加权计数法得到的结果更符合洛特卡分布,相对于仅计算第一作者的洛特卡分布有了改善<sup>[8]</sup>。

## 2.6 高产作者问题

高产作者也称核心作者。高产作者问题是由于少数发表论文较多的作者与他们发文量之间的关系不完全符合洛特卡定律所造成的问题(在图中常表现为接近横轴处与直线不相符合)。为保证统计结果与大多数数据吻合,一般采用删除部分高产作者的方法。洛特卡当年采用根据目视进行删除<sup>[4]</sup>,但这主观性太强。近年常用的删除法包括:

(1) 不删除(洛特卡定律原始形式)。

(2) 删除最高产的占总作者数 1% 的作者,该方法得到许多统计结果的支持<sup>[2]</sup>。

(3) 删除作者总数平方根数量的作者(根据普赖斯定理)<sup>[9]</sup>。

(4) 删除仅发表 1 篇论文的作者总数平方根数量的作者<sup>[10]</sup>。

## 3 《学报》之洛特卡参数的计算

根据前面的介绍,图像图形作为一门特殊的学科,其洛特卡参数值应与其他学科不同。下面给出对《学报》创刊 10 年来数据进行统计及对洛特卡参数的计算结果。

### 3.1 《学报》的相关数据

《学报》在 1996 年到 2005 年的 10 年期间里共发表了由 3 545 名署名作者撰写的 1 962 篇文章。表 1 到表 4 分别给出用划一计数法、正规计数法、调节计数法和加权计数法对不同发文量的作者数所进行统计而得到的结果。

表 1 采用划一计数法对《学报》10 年不同发文量作者数的统计

Tab. 1 Statistics of author-paper in "journal" for the last 10 years obtained by using straight count approach

论文数	0	1	2	3	4	5	6	10	12	17	合计
作者数	1 935	1 363	189	43	8	3	1	1	1	1	3 545

表 2 采用正规计数法对《学报》10 年不同发文量作者数的统计

Tab. 2 Statistics of author-paper in "journal" for the last 10yers obtained by using normal count approach

论文数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	22	23	合计
作者数	2 586	570	178	81	37	23	18	12	15	3	3	1	6	1	2	2	3	1	1	1	1	3 545

表 3 采用调节计数法对《学报》10 年不同发文量作者数的统计

Tab. 3 Statistics of author-paper in "journal" for the last 10yers obtained by using adjusted count approach

论文数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	11	18	合计
作者数	2 044	1 326	115	32	12	5	7	1	1	1	1	3 545

表 4 采用加权计数法对《学报》10 年不同发文量作者数的统计

Tab. 4 Statistics of author-paper in "journal" for the last 10yers obtained by using weighted count approach

论文数	0	1	2	3	4	5	6	7	12	18	合计
作者数	1 900	1 477	124	28	8	4	1	1	1	1	3 545

3.2 洛特卡参数计算

根据前面的讨论,在研究和运用洛特卡定律时,如何处理合著者和删除高产作者数是两个必须解决的重要问题。前面对合著者数量的统计采用了 4 种不同

的计数法。对每种计数法,为保证获得符合洛特卡定律的直线都需要删除一些高产作者。删除高产作者数据是为了在一定检验的显著水平下使理论分布与观测分布没有明显差异。为此,考虑到这个目的,还增加了第 5 种称为自动最优删除的方法,它的准则是在第 1 种删除法和第 3 种删除法所确定的删除数间自动选择以确定能使  $D_m$  和  $D_c$  之比最小的删除数。

通过结合 4 种不同的计数法和 5 种不同的删除法,一共可得到 20 种不同的组合。按每种组合分别统计《学报》的数据并计算所得到的两个洛特卡参数归纳在表 5 中。

3.3 洛特卡分布验证

除计算洛特卡参数外,还需对《学报》的数据验证其是否符合洛特卡分布。验证采用 K-S 检验方法,对 20 种组合分别计算得到的最大差距值和临界值如表 6 所示。

表 5、表 6 中用粗体并用下划线标出的数值为

表 5 用不同的计数法和删除法所得到的 20 种组合的洛特卡参数对值  $[k, C]$

Tab. 5 20 pairs of Lotka's parameter values  $[k, C]$  obtained by using different count approaches and deleting approaches

删除法	计数法			
	划一计数法	正规计数法	调节计数法	加权计数法
不删除	[2. 794 45, 0. 791 998]	[2. 684 98, 0. 771 246]	[2. 742 15, 0. 782 355]	[2. 733 19, 0. 780 655]
删除总数的 1%	[ <b>3. 114 17, 0. 841 531</b> ]	[2. 652 23, 0. 764 599]	[ <b>3. 404 70, 0. 875 308</b> ]	[ <b>3. 574 26, 0. 891 251</b> ]
删除总数的平方根	[2. 850 33, 0. 801 779]	[2. 651 20, 0. 764 387]	[ <b>3. 527 38, 0. 887 083</b> ]	[ <b>3. 574 26, 0. 891 251</b> ]
删除 1 篇总数的平方根	[2. 850 33, 0. 801 779]	[2. 651 20, 0. 764 387]	[ <b>3. 404 70, 0. 875 308</b> ]	[ <b>3. 574 26, 0. 891 251</b> ]
自动最优删除	[ <b>3. 197 89, 0. 852 213</b> ]	[2. 652 23, 0. 764 599]	[ <b>3. 408 06, 0. 875 648</b> ]	[ <b>3. 711 69, 0. 902 513</b> ]

表 6 用不同的计数法和删除法所得到的 20 种组合的最大差距值和临界值  $[D_m, D_c]$

Tab. 6 20 pairs of maximum difference value and critical values  $[D_m, D_c]$  obtained by using different count approaches and deleting approaches

删除法	计数法			
	划一计数法	正规计数法	调节计数法	加权计数法
不删除	[0. 057 818, 0. 040 623]	[0. 041 768, 0. 027 377]	[0. 101 056, 0. 042 072]	[0. 117 217, 0. 040 189]
删除总数的 1%	[ <b>0. 034 322, 0. 040 814</b> ]	[0. 028 16, 0. 027 532]	[ <b>0. 024 895, 0. 042 47</b> ]	[ <b>0. 033 925, 0. 040 737</b> ]
删除总数的平方根	[0. 087 043, 0. 041 375]	[0. 031 307, 0. 027 58]	[ <b>0. 035 983, 0. 042 939</b> ]	[ <b>0. 033 925, 0. 040 737</b> ]
删除 1 篇总数的平方根	[0. 087 043, 0. 041 375]	[0. 031 307, 0. 027 58]	[ <b>0. 024 895, 0. 042 47</b> ]	[ <b>0. 033 925, 0. 040 737</b> ]
自动最优删除	[ <b>0. 020 817, 0. 040 636</b> ]	[0. 028 16, 0. 027 532]	[ <b>0. 008 941, 0. 042 101</b> ]	[ <b>0. 005 995, 0. 040 238</b> ]

符合洛特卡分布的数据。换句话说,它们表明《学报》的数据在这些计数法和删除法的组合下满足洛特卡定律。返回到表 5 可见,如果仅考虑满足洛特卡定律的计数法和删除法组合,则对过去 10 年的《学报》来说,其广义洛特卡定律指数  $k$  在 3.11 到 3.72 之间,而对应的常数  $C$  在 0.84 到 0.91 之间。

## 4 分析和讨论

前面根据《学报》10 年来的数据对《学报》的广义洛特卡定律参数进行了统计、计算和验证。下面对计算中采用不同计数法的统计数量情况,采用不同计数法和删除法的组合得到的结果情况以及借助新参数对《学报》已往文献计量学研究的重新分析情况分别进行讨论。

### 4.1 对不同计数法所获得的统计数的讨论

由表 1 到表 4 可见,采用不同的合著者计数法得到了对不同发文量作者数的不同统计数据。其中除正规计数法外,采用其他计数法均会有许多作者的贡献没有被考虑进去。其中调节计数法最为明显,发文为 0 篇的作者数达 2044 名。因为这个数量大于采用划一计数法得到的发文为 0 篇的作者数,所以表明甚至有些以第 1 作者身份发表论文的作者也被当作发文为 0 篇的了。这是对前面 2.5 节中所讨论到的调节计数法不合理处的一个佐证。相对而言,采用加权计数法得到的发文为 0 篇的作者数只有 1900 名,这说明有些没有以第 1 作者身份发表论文但以后作者身份发表多篇论文的作者的贡献也得到了统计。

进一步,将采用不同计数法统计得到的等价总论文篇数列在表 7 中。这是将发文量为 1 篇及 1 篇以上的作者数乘以其发表论文数求和得到的。由表可见,采用调节计数法相当于仅统计了 1811 篇论文,而采用加权计数法则相当于统计了 1904 篇论文,其更接近采用划一计数法所统计的论文数。由于这些数据是根据《学报》创刊 10 年来的数据统计出来的,所以可理解为在对《学报》合著者进行统计

表 7 不同计数法的等价总论文篇数

Tab. 7 Equivalent numbers of total papers obtained with different count approaches

	计数法		
	划一法	调节法	加权法
论文数	1962	1811	1904

分析时,对合著者采用加权计数法比较有利。

### 4.2 对不同计数法和删除法组合的讨论

综合考虑表 5 和表 6 中的结果可见,其中只有若干种组合可使得对洛特卡分布的验证表明理论分布与实际分布没有显著差异。当采用划一计数法时,仅结合第 2 种和第 5 种删除法的两种组合满足要求。采用正规计数法的各种组合均不满足要求。采用调节计数法和加权计数法时,只要删除一些高产作者(不管采用哪种方法)就能验证剩余数据符合洛特卡分布。不过如果比较满足洛特卡分布的各种组合就可发现,采用调节计数法和加权计数法的组合统计计算出的广义洛特卡定律指数要比采用划一计数法的组合统计计算出的广义洛特卡定律指数明显地大。鉴于《学报》的合著率是比较高的,所以这个结果是符合逻辑的。

如果进一步考虑各种删除法的影响,可见如果不删除一定数量的高产作者,对洛特卡分布的验证都会被拒绝。这也可理解为,少数高产作者与他们的发文量之间的关系与洛特卡定律确实有一定的偏离。从这里可以看出,《学报》在这点上与其他刊物还是有相同之处的。

### 4.3 与指数为 2 的结果的比较

在已往对《学报》的文献计量学研究中<sup>[5,11]</sup>,均取广义洛特卡定律指数为 2(或者说在没有对指数研究前,使用了经典的洛特卡定律)。由此得到的一些分析结果由于在洛特卡定律指数的选择上并不完全与《学报》自身的数据吻合。这里通过对《学报》10 年数据的统计,得到了实际的广义洛特卡定律指数应在 3.11 到 3.72 之间。与此对应的仅发表 1 篇论文的作者在所有作者中所占的比例则应在 84.2% 到 90.3% 之间。可见对比取广义洛特卡定律指数为 2 而得到的发文量仅为 1 篇的作者比例约 61% 有了明显提高。根据洛特卡定律,当一个刊物上实际发文量仅为 1 篇的作者占作者总数的比例小于根据洛特卡定律算得的比例,则该刊物应可看作是成熟刊物。由于实际中《学报》上发文量仅为 1 篇的作者占了作者总数的 73.01%<sup>[5]</sup>,小于 84.2% 到 90.3% 的比例,所以应该说《学报》目前已可看作比较成熟的刊物了。这是借助对《学报》之洛特卡分布参数的新统计结果得到的新结论。

## 5 结论

本文借助对洛特卡定律的研究结果和《学报》

创刊10年的数据,对《学报》的洛特卡参数进行了具体的统计计算,得出了《学报》的洛特卡指数在3.11到3.72之间的结论,并分析了指数变动与计算时所用不同计数法和删除法组合的联系。考虑到这里统计的时间区间较长(达10年),且统计的作者集合较大(达数千人),应该说结果还应是比较客观的。

洛特卡定律作为一个揭示期刊论文数量与其作者数量之间统计规律的定律具有明显的学科特征。不同学科的科研成果及发表都有其特点和规律,因此作为统计研究对象的学科的性质、范围、特点等都会对其洛特卡分布产生本质上的影响。本文对《学报》洛特卡参数的统计计算结果表明图象图形科学相比传统的物理学和化学由低产作者发表的论文更多一些,这为《学报》动态监测作者分布的变化提供了计量依据,也对分析学科的研究特点和发展规律以及分析《学报》论文作者队伍的分布也提供了有用的参考。

#### 参考文献 (References)

- 1 Zhang Y J. Image engineering in China: 2005[J]. Journal of Image and Graphics, 2006, 11(5): 601 ~ 623. [章毓晋. 中国图像工程: 2005[J]. 中国图象图形学报, 2006, 11(5): 601 ~ 623.]
- 2 Ding X D. Fundamentals of Bibliometrics [M]. Beijing: Beijing University Press, 1993. [丁学东著. 文献计量学基础[M]. 北京: 北京大学出版社, 1993.]
- 3 Wang C D. Introduction to Bibliometrics [M]. Guangxi: Guangxi Normal University Press, 1987. [王崇德著. 文献计量学引论[M]. 广西: 广西师范大学出版社, 1997.]
- 4 Lotka A J. The frequency distribution of scientific productivity[J]. Journal of Washington Academy of Sciences, 1926, 16(12): 317 ~ 323.
- 5 Zhang Y J, Hu F. Ten Years' Statistical analysis on the articles and authors of "Journal of Image and Graphics" since its first publication [J]. Journal of Image and Graphics, 2006, 11(1): 1 ~ 7. [章毓晋, 胡峰. 对《中国图象图形学报》创刊10年来文章和作者的统计分析[J]. 中国图象图形学报, 2006, 11(1): 1 ~ 7.]
- 6 Egghe I, Rousseau R. Introduction to Informetrics[M]. Amsterdam, the Netherlands; Elsevier Science Publishers B. V., 1990.
- 7 Pao M L. Lotka's law: A testing procedure [J]. Information Processing and Management, 1985, 21(4): 305 ~ 320.
- 8 Pang Jing-an, Zhao Hong. Analysis of co-author papers and derivation of general lotka's distribution[J]. 2003, 26(5): 417 ~ 420. [庞景安, 赵弘. 我国合著论文分析与广义洛特卡分布推导[J]. 情报理论与实践, 2003, 26(5): 417 ~ 420.]
- 9 Vlachy J. Distribution patterns in creative communities [M]. Toronto, Canada: World Congress of Sociology, 1974.
- 10 Yablonsky A L. On Fundamental regularities of the distribution of scientific productivity[J]. Scientometrics, 1980, 2(1): 3 ~ 34.
- 11 Zhang Yu-jin, Li Rui. Statistical analysis on the articles and authors of "Journal of Image and Graphics" [J]. Journal of Image and Graphics, 2000, 5(1): 6 ~ 10. [章毓晋, 李睿. 对《中国图象图形学报》论文和作者的统计分析[J]. 中国图象图形学报, 2000, 5(1): 6 ~ 10.]