

# 网络中心度用于期刊引文评价的有效性研究

□高小强 赵星 陶乃航

**摘要** 以图书情报学期刊数据实证研究了网络中心度用于期刊引文评价的有效性。结果显示:中介、点度和特征向量中心度都比影响因子更接近同行评议的结果,可用于期刊引文评价;但接近中心度相对不宜用作期刊引文评价指标。

**关键词** 期刊 引文分析 引文网络 中心度 科学计量与信息计量

## 1 引言

Nature的编辑部评论文章<sup>[1]</sup>指出,尽管量化评价颇具前景,但现今大部分学者仍认为同行评议才是最好的科学评价方式。因此,可以认为同行评议仍然是目前被认同的有效科学评价方法。

近年,随着社会网络分析这一新兴实证研究方法成为社会科学研究的前沿和热点<sup>[2][3][4]</sup>,该方法在信息计量学中的应用开始受到重视<sup>[5]</sup>。社会网络研究表明<sup>[6][7]</sup>,行动者(节点)的社会成就与其在社会网络中的位置有紧密联系,行动者的位置可使用中心度进行分析。同理,将期刊视为节点,期刊间的引证关系视为联系可构成期刊引文网络,期刊的学术地位也与其在该网络中的位置相关<sup>[8]</sup>。因此,可尝试采用中心度对期刊引文网络中的期刊学术地位进行评价。虽然引证行为本身已经包含了研究者对论文的评判,但基于中心度的期刊引文网络分析总体来说仍是对引文的量化评价,其结果是否得到大部分学者的认可,即其有效性还有待检验。

因此在现阶段,基于网络中心度的期刊引文评价方法若能与同行评议结果接近,一方面能被更广泛地接受,同时也能改进评价方法的科学性、降低评价成本。

本文用SSCI收录的47种国际图书情报学期刊的相互引证数据,构建期刊引文网络,计算出各期刊的中心度,然后与同行评议结果相比较来检验网络中心度用于期刊引文评价的有效性,并探寻各中心度指标在评价期刊时的结果差异。

## 2 方法与数据

### 2.1 期刊引文网络结构的矩阵表示

根据社会网络分析方法<sup>[6]</sup>,包含M种期刊(节点)的期刊集合N可表示为:

$$N = \{n_i \mid i = 1, 2, 3, \dots, M\} \quad (1)$$

其中 $n_i$ 指第i种期刊。期刊间引证关系的联系集合R可表示为:

$$R = \{R_{ij} \mid n_i, n_j \in N\} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, M; j = 1, 2, 3, \dots, M) \quad (2)$$

则期刊引文网络的关系矩阵X为:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \dots & x_{1M} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \dots & x_{2M} \\ x_{31} & x_{32} & x_{33} & \dots & x_{3M} \\ \dots & \dots & \dots & x_{ij} & \dots \\ x_{M1} & x_{M2} & x_{M3} & \dots & x_{MM} \end{bmatrix} \quad (3)$$

其中 $x_{ij}$ 的值表示从期刊 $n_i$ 被 $n_j$ 所引用的频次。当 $i=j$ 时,即在矩阵对角线上的 $x_{ii}$ 为各期刊的自引。在此关系矩阵的基础上,可构建出基于引文的有向权重期刊引证关系网络,并计算出各期刊的中心度。

### 2.2 中心度在期刊引文网络中的计算方法及含义

中心度源自社会网络理论的中心性分析,最早由Freeman提出<sup>[9]</sup>,并于近年得到完善<sup>[10][11]</sup>,常用的有点度中心度、接近中心度、中介中心度和特征向量中心度等。四种中心度都以节点是否居于网络的核心位置为判定标准,但在期刊引文网络中的具体计算方法以及代表的含义各有不同,本文将其总结如表1所示。

表 1 各中心度指标在期刊引文网络分析中的计算方法及含义

	计算方法	说明	含义
点度中心度 $C_D$	$C_D(n_i) = \frac{d(n_i)}{m-1}$	$d(n_i)$ 为期刊的度(即节点 $n_i$ 所拥有的联系数量),可分为出度和入度。点度中心度分为点出度中心度和点入度中心度,分别使用出度和入度计算。 $m$ 是网络内期刊(节点)总数, $m-1$ 为期刊最多可与多少种期刊之间有联系。	出度中心度高,表明该期刊的论文较多的参考了网络内其他期刊发表的成果。入度中心度较高,表明期刊在网络内较多的被引用,是重要知识源。
接近中心度 $C_C$	$C_C(n_i) = \frac{m-1}{\sum_j L(n_i, n_j)}$	分为出度接近中心度和入度接近中心度。距离指两个节点的最短途径包含了多少条的联系。 $L(n_i, n_j)$ 表示节点 $n_i$ 与 $n_j$ 之间的距离。	接近中心度越高,表明期刊越处于网络内知识交流的中心。
中介中心度 $C_B$	$C_B(n_i) = \frac{2 \sum_j \sum_k g_{jk}(n_i)}{g_k(m^2 - 3m + 2)}$ 其中 $i \neq k$ 且 $i \neq j$	$g_{k(n_i)}$ 表示节点 $n_i$ 到 $k$ 之间的最短途径中经过期刊 $n_i$ 的途径数, $g_{jk}$ 表示期刊 $n_i$ 和 $k$ 之间的最短途径数。	中介中心度越高,表明期刊对网络内其他期刊相互间知识交流效率的影响越大。
特征向量中心度 $C_E$	$\lambda x_i = a_{1i}x_1 + a_{2i}x_2 + \dots + a_{ni}x_n$ $A \square x = \lambda x$ 一般解为: $A \square X = X \square \lambda$	$a_{ij}$ 为期刊 $n_j$ 对 $n_i$ 中心度的贡献参量, $x$ 为中心度向量, $A$ 为 $n \times n$ 矩阵, $\lambda$ 为特征根组成的对角矩阵, $X$ 是列为 $A$ 的 $n$ 个特征向量的 $n \times n$ 矩阵。	特征向量中心度越高,表明期刊在以临近节点的影响力为权进行判定时,越处于网络的权重影响中心。其思想与期刊 SJR指数 <sup>[12]</sup> 相似,SJR也是将期刊引文网络视为权重网进行计算 <sup>[13]</sup> 。

表 2 2003—2007年 SSCI收录的图书情报学期刊引证关系矩阵(部分)

	ANNU REV NFORM SCI	ASLB PROC	COLL RES LIBR	ECONTENT	ELECTRON LBR	...
ANNU REV NFORM SCI	30	2	0	0	1	...
ASLB PROC	0	11	0	0	2	...
COLL RES LIBR	1	1	22	0	2	...
ECONTENT	0	0	1	4	0	...
ELECTRON LBR	4	0	2	0	18	...
...	...	...	...	...	...	...

注:本文中期刊名均使用 表的缩写;

由于本文只考察期刊的被引,故后文的点度和接近中心度均指入度。为了便于不同中心度之间的比较,中心度值均使用社会网络分析软件计算出的标准化度值。

### 2.3 数据的采集、计算及分析

本文的期刊引证数据采集自 IS的期刊引证报告(JCR)社会科学版(SSCI),我们收集了 Information Science & Library Science分类下的期刊 2003—2007年发表的论文在 2007年的相互引证记录,以及 2005—2007年的影响因子。同行评议数据来自 Nisonger和 Davis在 2005年发表于 College & Research Libraries的论文<sup>[14]</sup>,Nisonger等人采用问卷调研和 5分制评判,以同行专家的观点评议了图书情报学主要刊物的学术地位和声望。本文使用的是文中给出的 45位美国图书馆和信息学院(系)的院长或系主任

对 47种期刊的同行评议打分结果<sup>①</sup>。期刊引文网络绘制和中心度计算使用社会网络分析软件 UCINET6,各指标的评价结果比较使用 Spearman等级相关分析。

### 3 结果

根据前述方法,可得到 SSCI收录的图书情报学期刊及相互引证关系构成的关系矩阵,部分结果如表 2所示。基于此关系矩阵绘制的期刊引文网络如图 1所示。47种期刊中同行评议得分排名前 5的期刊如表 3所示,期刊中心度的描述统计如表 4所示。

① SSCI收录的图书情报学期刊和 Nisonger等人研究的期刊均不只 47种,但两者交叉的只有 47种,故在后文只使用此 47种期刊的数据。

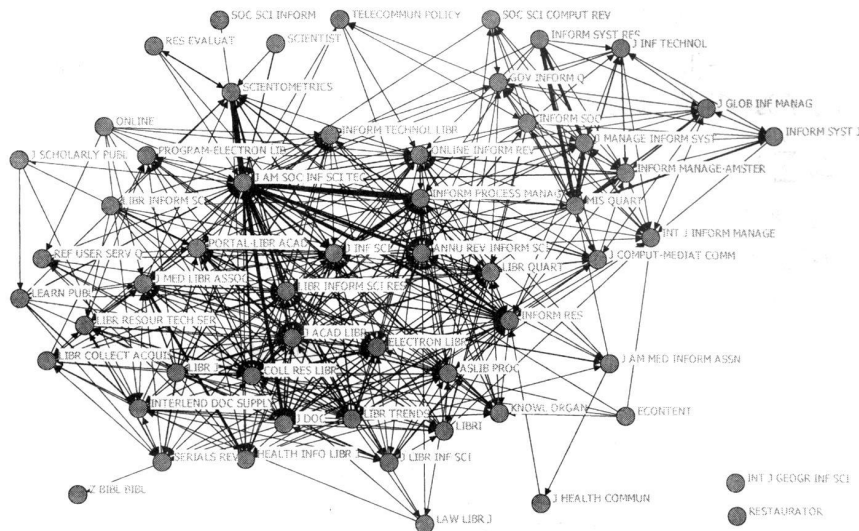


图 1 2003—2007年 SSC 收录的图书情报学期刊引文网络

注: 期刊间连线的粗细由引用频次计算, 表示联系的强度。图中右下两种期刊为孤立点(即 JCR的数据显示此 4 种期刊在统计时段中与网络内其他期刊没有引证关系)。

表 3 同行评议得分前 5 名的图书情报学期刊及其相关指标

排名	期刊名	同行评议得分	2007年影响因子	点度中心度 $C_D$	接近中心度 $C_C$	中介中心度 $C_B$	特征向量中心度 $C_E$
1	JAM SOC NF SCI TEC	4.41	1.43	10.91	1.09	23.51	113.31
2	LBR QUART	4.41	0.56	0.98	1.04	1.24	4.11
3	ANNU REV NFORM SCI	3.97	1.96	3.46	1.04	3.58	17.83
4	LBR NFORM SC IRES	3.97	0.87	2.58	1.07	4.87	12.43
5	JDOC	3.81	1.31	0.80	1.05	1.13	16.98

表 4 47种图书情报学期刊引文网络中心度的描述统计

表项	点度中心度 $C_D$	接近中心度 $C_C$	中介中心度 $C_B$	特征向量中心度 $C_E$
最大值	10.91	1.18	23.51	113.31
最小值	0.00	0.18	0.00	0.00
算术平均值	1.03	1.01	1.71	8.21
极差	10.91	1.00	23.51	113.31
标准差	1.68	0.18	3.53	19.10

在图书情报学中的权威地位无可争议。该刊不仅居于引文网络中心, 和其他重要期刊联系紧密, 还在同行评议中排名第一。另外, 中心度分析结果也显示, JAM SOC NF SCI TEC的点度、中介和特征向量中心度都排名第一。

由表 4 可见, 各期刊的点度、接近和中介中心度的平均值比较接近, 特征向量中心度的平均值相对较高。而接近中心度的极差和标准差远低于其他三种中心度, 其数据离散程度最低。这是因为, 接近中心度的计算公式为:

$$C_C(\eta) = \frac{m-1}{\sum_j I(\eta, \eta_j)} \quad (4)$$

在网络的边界和时限范围规定后(如本文中的网络由图书情报学期刊及相互引证构成), 对于节点数  $m$  有

$$m = \alpha \quad (5)$$

#### 4 分析与讨论

图 1 刻画出了国际上图书情报学期刊间的相互引证关系, 从图中可见, 大部分学科内重要期刊均处于引文网络的中心和联系密集区。社会网络分析将原本孤立的引证数据以网络形式综合为一个整体, 能直观刻画出学科内期刊引证关系的分布结构, 并输出明晰的可视化结果, 颇具先进性。

结合图 1 和表 3 可见, JAM SOC NF SCI TEC

其中  $\alpha$  为常数, 故

$$m-1 = \alpha - 1 \quad (6)$$

即 (4) 式中的分子为恒定值, 接近中心度由分母  $\sum_j L(n_i, n_j)$  决定。  $\sum_j L(n_i, n_j)$  可理解为期刊到其他期刊距离之和。距离只关注节点间有无联系而忽略联系的强度, 故接近中心度计算时只考虑了期刊间有无引用关系而没有考虑引用的次数。由图 1 的网络可见, 该网络连通性很强, 联系紧密, 因而除了少数边缘节点外, 多数期刊间距离差距不大, 使得  $\sum_j L(n_i, n_j)$  取值差别也较小, 故接近中心度差异较小。因此在理论上, 接近中心度不考虑引证关系的强度, 并且在评价期刊时缺乏区分度, 并不适合作为期刊评价指标。

为了验证期刊引文网络中心度分析用于期刊评价的有效性, 探寻合适的可用于期刊引文评价的中心度指标, 下面以 Spearman 等级相关分析为方法, 将各中心度指标、影响因子与同行评议的结果相比较。

入, 影响因子也暴露出易被人为操纵<sup>[16]</sup>、选源标准不明<sup>[17]</sup>、统计错误<sup>[18]</sup>、以及对非英文期刊不公平<sup>[19]</sup>等诸多问题。而本文的研究结果也表明, 影响因子与同行评议结果存在较大的差异。如表 5 所示, 从 2005 年到 2007 年的单年和平均影响因子与同行评议均无统计学意义上的相关性, 其评价结果值得讨论。结合图 2 可知, 引文网络中心度对于期刊的评价结果要比影响因子更接近于同行专家的意见。

表 5 期刊影响因子 (IF) 与同行评议结果的 Spearman 等级相关分析

	05年 IF	06年 IF	07年 IF	05-07平均 IF
相关性 r	0.17	0.17	0.24	0.19
Sig	0.25	0.24	0.10	0.21

### 5 结论与展望

以上研究表明, 期刊引文网络中心度可用于期刊评价, 且评价结果比影响因子的评价更为接近同行专家的意见; 中介中心度最接近同行评议结果, 点度和特征向量中心度与同行评议结果也具有一定相关性; 但理论和实证数据也显示, 接近中心度相对不宜用作期刊评价指标。

与现有的影响因子等评价方法不同, 期刊的中心度分析通常基于某一学科范围内同行学者的引文“投票”, 能从引证关系结构上精确描述期刊在某一学科中的地位。该方法不只计算了引用的次数, 还同时考量了引用的来源以及在学科知识交流中的作用, 在理念上具有先进性。而本文的研究显示, 其评价结果接近同行评议, 故容易被学界所接受, 在实践上颇具有效性。

本文仅是网络中心度用于期刊引文分析和评价的基础性工作, 数据也限于图书情报学期刊。下一步研究可用其他学科的更多数据进行探讨, 特别是分析自然科学的期刊中心度与社会科学是否会有不同的特点。本文第一和第二作者<sup>[20]</sup>在社会网络中心性 (含中心度和中心势等) 基础上提出了“去一交替法”用于人际情报网络的关键联系识别, 该方法也可用于期刊引文网络中关键引证关系的挖掘, 以深入探寻哪些期刊之间的知识交流对于整个学科理论演进有着重要的影响。

### 参考文献

1 Editorial Rating Games Nature 2005 436 889-890

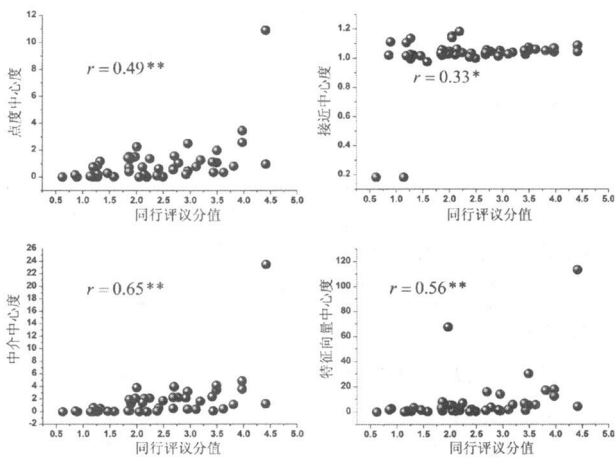


图 2 期刊引文网络中心度与同行评议结果的比较

注: 图 2 中的  $r$  为 Spearman 等级相关系数; \*\* 表示  $P < 0.01$ , \* 表示  $P < 0.05$ 。

由图 2 可见, 各中心度都与同行评议有统计学意义上的相关性, 基于期刊引文网络中心度的评价与同行评议出的期刊排序结果较为相似。其中, 与同行评议结果最接近的是中介中心度。而接近中心度与同行评议相关性最低, 说明相对其他中心度而言, 接近中心度评价的有效性较低。

期刊影响因子由 Garfield 提出<sup>[15]</sup>, 是现今使用最为广泛的期刊评价指标。但随着研究和实践的深

- 2 Kossinets G Watts D J Empirical analysis of an evolving social network Science 2006 311(5757): 88—90
- 3 Palla G Barabasi A Vicsek T Quantifying social group evolution Nature 2007 446 (7136): 664—667
- 4 Watts J A wenty—first century science Nature 2007 445(1): 48
- 5 Bar—Ilan Informetrics at the beginning of the 21st century—A review Journal of Informetrics 2008 2(1): 1—52
- 6 Scott J Social Network Analysis: A Handbook London Sage Publications 2000
- 7 Lin N Social Capital: A Theory of Social Structure and Action Cambridge Cambridge University Press 2001
- 8 LeVesclorff L Visualization of the citation impact environments of scientific journals An online mapping exercise JASIST 2007 58(1): 25—38
- 9 Freeman C Centrality in Social Networks Conceptual Clarification Social Networks 1978 1(3): 215—239
- 10 Everett M Sinclair P Dankelman P Some centrality results new and old Journal Of Mathematical Sociology 2004 28(4): 215—227
- 11 Carrington P Scott J, Wasserman S Models and Methods in Social Network Analysis New York Cambridge University Press 2005
- 12 Butler D Free journal—ranking tool enters citation market Nature 2008 451(7174): 6
- 13 赵星, 高小强, 唐宇. SJR与影响因子、h指数的比较及 SJR的扩展设想. 大学图书馆学报. 2009 (2): 80—84
- 14 Nisonger E Davis C The Perception of library and information science journals by LIS education deans and ARL library directors: A Replication of the Kohl—Davis study College & Research Libraries 2005 66(4): 341—377
- 15 Garfield E Citation analysis as a tool in journal evaluation Science 1972 178: 471—479
- 16 Agrawal A Corruption of journal impact factors TRENDS in Ecology and Evolution 2005 20 (4): 157.
- 17 Butler L Visser M Extending citation analysis to non—source items Scientometrics 2006 66(2): 327—343.
- 18 Lange L The impact factor as a phantom: Is there a self—fulfilling prophecy effect of impact? Journal of Documentation 2002 58(2): 175—184.
- 19 Mueller P Murali N Chā S et al The association between impact factors and language of general internal medicine journals Swiss Medical Weekly 2006 136 441—443
- 20 赵星, 高小强. 人际情报网络中的关键联系识别. 图书情报工作, 2008 52(11): 26—29

作者单位: 重庆大学经济与工商管理学院, 重庆, 400030  
重庆工学院图书馆, 重庆, 400030

收稿日期: 2009年2月19日

## Validity of Journals Citation Evaluation with Centrality Indexes of Networks

Gao Xiaojiang Zhao Xing Tao Na hang

**Abstract:** Taking library & information science journals as example we empirically study the validity of journal citation evaluation with centrality indexes of networks. The results show that evaluation result of betweenness degree and eigenvector centrality are closer to peer review than impact factor. They can be used to evaluate journals. However, closeness centrality is not suitable for journals evaluation.

**Keywords:** Journal Citation Analysis; Citation Networks; Social Network Analysis; Centrality; Scientometrics and Informetrics

(接第 60 页)

## How to Calculate the Impact Factor of Chinese Journals of Social Sciences

— Based on the Time Distribution of Citations of CSSCI

Yuan Peiguo Wu Xiangdong Ma Xiaojun

**Abstract:** Journal impact factor is one of indicators of evaluation of academic journals. Time distribution of citations of CSSCI is very similar to that of SSCI. Based on statistics of time distribution of cited Chinese journals Chinese academic journals of humanities and social sciences and source journals of CSSCI in citations of CSSCI, the cited peak—years of journals is the 2nd and 3rd year after publication. It is all the same to that of international journals. Thereby, the method of calculation of international journals is completely applicable to that of Chinese academic journals of humanities and social sciences.

**Keywords:** Journal Impact Factor; Time Distribution of Citation; Chinese Journals of Social Sciences