

基于 SNA 的图书情报学期刊互引网络结构分析*

宋歌 叶继元

摘要 以 CSSCI 2006-2007 年图书情报学来源期刊为数据源,采用社会网络分析法,对该学科期刊形成的引用网络结构进行解析。通过密度、平均距离及凝聚力的测度,证明该网络比较紧凑,连通状况良好;通过中心性分析,识别在局部网络中起核心或中介作用的期刊;通过结构对等性分析,将引用网络中的期刊分为“知识源”、“中转站”和“储备库”三种“角色”。研究结果为期刊布局与评价提供定量支持。图 5。表 5。参考文献 10。

关键词 图书情报学期刊 引用网络 社会网络分析 中心性分析 结构对等性分析

分类号 G350

ABSTRACT Using the library and information science journals during 2006-2007 in CSSCI as data sources, the paper reveals the citation structure implied in these journals by applying SNA. Firstly, through measuring density, average distance and compactness, the citation network is proved to be a compact and coherent one. Secondly, centrality analysis recognizes the 'core' and the 'broker' in the local network. Lastly, every journal in citation network is labeled 'knowledge source', 'transfer station' or 'knowledge storage' respectively according to the results of structural equivalence analysis. The research results provide a quantitative support for distribution and evaluation of academic journals. 5 figs. 5 tabs. 10 refs.

KEY WORDS Journal of library and information science. Citation network. Social network analysis. Centrality analysis. Structural equivalence analysis.

CLASS NUMBER G350

1 引言

学术期刊在科学研究和发展中具有十分重要的作用。科研工作者一般将研究中获得的新发现、探索到的新规律、创立的新学说和创造的新方法等首先发表在学术期刊上。学术期刊以其传播周期短、容量大等特点逐渐演化为科学交流的一种主要媒体。而借助学术期刊的研究,探讨学科结构及其演化是当前科学计量研究的一个新领域。然而,目前在揭示科学结构、探索学术前沿的研究中,分析对象主要是文献和著者,针对期刊的研究还比较少;分析的网络类型主要是同被引网络,对原始引用网络的研究还非常少;在研究方法上,多采用多元统计方法(聚类分析、多维尺度分析、因子分析等),对

社会网络分析法和复杂网络理论方法的运用还有待深入。本文针对以上研究背景和不足,选择图书情报学期刊为研究对象,运用社会网络分析法,对该学科的期刊互引结构进行揭示,为该学科的学术发展和学术评价提供定量描述。

2 方法和数据

2.1 社会网络分析法

社会网络分析(Social Network Analysis, SNA)是在人类学、心理学、社会学,以及数学等众多学科中相对独立地发展起来的,其后被吸收到理论物理、生物学等自然科学领域,与统计物理学等相融合,形成了研究超大规模网络结构的复杂网络理论。当前,社会网络分析已经形成了一系列专有术语和概念,成为一种广泛

* 本文为国家社会科学基金重大项目“建立与完善哲学社会科学评价体系研究”(项目批准号:04&ZD031)研究成果之一。

渗透于自然科学和社会科学的研究方法。

社会网络分析以行动者及其相互间的关系作为研究内容,它通过对行动者之间的关系模型进行描述,分析这些模型所蕴含的结构及其对行动者和整个群体的影响。国外运用社会网络分析法揭示知识结构的研究相对较早。1984年, Gattrell 就从社会网络分析的角度对文献同被引网络进行了解释^[1]。1999年, Chaomei Chen 把寻径网络 (Pathfinder Network) 技术引入作者同被引分析^[2]。2003年, Howard D White^[3] 采用该技术分析了情报学专业作者同被引情况, 得出了比 1998年^[4] 运用多元统计方法更加符合情报科学认知结构的分析结果。2007年, Leydesdorff 利用社会网络分析软件 Pajek, 以图谱的形式分别展现了三种期刊在引文环境中与其他期刊之间的引用关系^[5]。国内运用社会网络分析法揭示知识结构的研究也已取得了初步成果。例如, 宋丽萍、徐引箴采用该方法对电子论坛结构进行分析, 揭示了电子无形学院交流结构的松散性、中心动态性和开放性等特点^[6]。

徐媛媛、朱庆华分析了参考咨询领域 32 名高被引作者的核心人物及小团体分布情况^[7]。岳洪江、刘思峰考察了管理科学期刊同被引网络的结构特征^[8]。简单来说, 通过社会网络分析法对网络密度、节点距离、可达性等的测度, 可以描述知识网络的整体结构特征; 中心性分析可以衡量个体在网络中起到的核心或中介作用; 凝聚子群分析则揭示知识网络中的派系分布、交流情况。本文所涉及的社会网络分析算法将在实证部分逐一给出。

W. M. Shaw 认为, 研究一个期刊对另一个期刊所施加的影响, 以及探寻一个期刊在引文网络中是如何交流 (communicative) 和生产 (productive) 的, 最有效的办法就是研究期刊间的引用和被引用方式^[9]。本文建立了一个期刊的引用与被引网络 (矩阵), 其中期刊是网络的点 (vertices), 引用及被引关系是边 (edges), 边的方向 (direction) 是从引用期刊指向被引用期刊。分析工具是网络分析软件 Ucinet 和 Pajek。

表 1 2006-2007 年 16 种图书情报学期刊互引矩阵

期刊名称	被引期刊															
	中国图书馆学报	情报学报	大学图书馆学报	图书情报工作	现代图书情报技术	情报资料工作	情报理论与实践	图书馆	图书情报知识	图书馆杂志	图书与情报	图书馆理论与实践	情报科学	图书馆论坛	图书馆工作与研究	情报杂志
中国图书馆学报	172	49	35	56	25	22	28	58	22	22	14	23	25	32	10	21
情报学报	24	208	17	54	32	14	75	3	13	6	3	4	50	10	3	29
大学图书馆学报	99	16	115	44	18	12	14	41	28	33	23	22	16	31	25	20
图书情报工作	220	173	151	328	90	69	135	65	91	88	31	45	134	92	40	132
现代图书情报技术	21	85	26	43	142	3	32	4	9	8	0	3	32	12	2	34
情报资料工作	128	86	88	156	38	83	71	59	61	60	26	22	76	62	34	71
情报理论与实践	90	107	63	85	58	32	126	17	39	23	15	20	86	31	15	72
图书馆	185	19	83	85	16	29	17	720	50	68	46	42	27	138	48	49
图书情报知识	88	51	36	76	22	18	36	48	47	24	11	28	42	38	22	40
图书馆杂志	78	15	77	76	32	22	18	53	37	79	13	27	26	47	31	27
图书与情报	76	24	71	66	22	19	16	35	30	36	53	26	40	47	17	41
图书馆理论与实践	185	44	103	122	30	41	33	104	61	59	40	186	45	81	35	52
情报科学	92	219	76	148	82	70	152	37	49	30	27	33	252	54	23	158
图书馆论坛	234	41	150	164	70	59	71	138	103	120	57	93	61	653	105	88
图书馆工作与研究	61	16	78	65	29	33	24	53	31	41	16	37	28	103	86	41
情报杂志	156	202	134	183	108	60	150	40	63	48	22	65	229	96	36	610

2.2 来源数据及处理

选取中文社会科学引文索引(CSSCI)数据库2006-2007年图书馆学、情报学的16种来源期刊为数据源。为了排除单年数据的特殊性,下载该16种期刊2006年和2007年刊载论文的所有参考文献,用Excel处理,并统计出期刊间相互引用的次数,得到期刊互引矩阵,见表1。矩阵的“行”为引用期刊,“列”为被引期刊。例如,《图书馆》引用了《中国图书馆学报》(以下

简称《中图学报》)185次,并被《中图学报》引用了58次。

由于二值矩阵在分析某些网络结构特征时更加适用,因此通过以下过程得到该互引矩阵的二值矩阵:256个单元格共发生引用(被引)17456次,期刊平均引用(被引)次数为 $17456 \div 256 \approx 68.19$,设定引用(被引)次数大于等于68时为1,小于68时为0。期刊二值矩阵的可视化结果见图1。

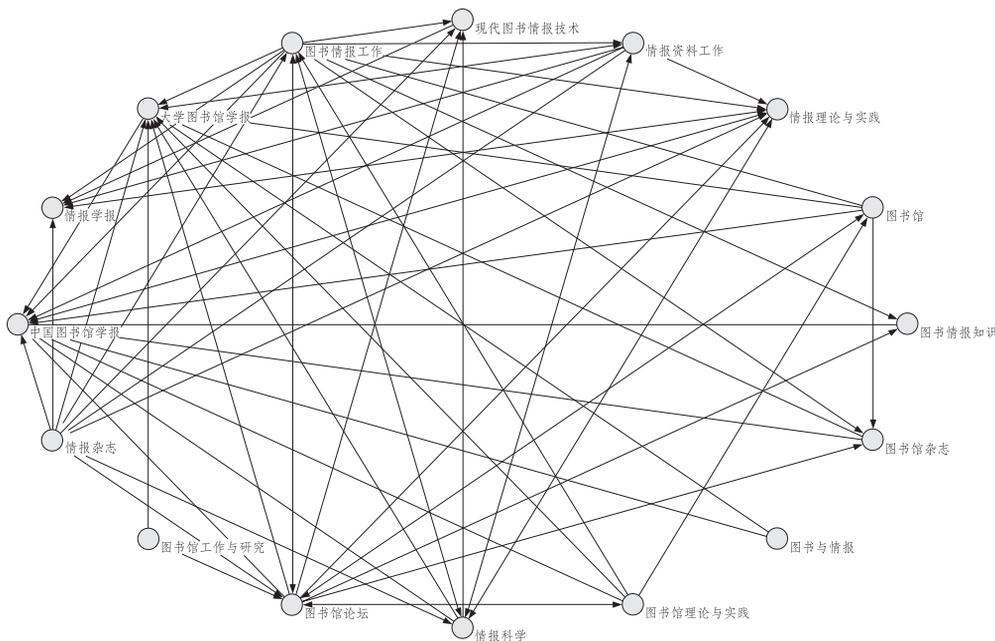


图1 期刊互引网络(二值矩阵)

3 分析与结果

3.1 网络整体特征

网络整体特征包括网络的密度、凝聚力、点之间的距离、可达性等元素,以描述整个网络的规模和紧凑程度。首先,计算期刊互引网络的密度。密度指的是一个图中各个点之间联络的紧密程度,为网络中实际存在的关系数目与可能存在的最大关系数之比。若密度为1,意味着每个点都与所有其他点相连,密度为0意味着任何点都不相连。对于有 n 个点的图来说,若

所有点之间都有线相连,即有 $n(n-1)/2$ 条线,密度为 $2L/n(n-1)$, L 为网络中实际存在的线数。在有向图中需要考虑线的方向,则密度为 $L/n(n-1)$ 。在不考虑引用次数多少的情况下,由于在16种期刊可能产生的256种引用与被引关系中,实际存在的有255种(《现代图书情报技术》对《图书与情报》的引用为0),因此期刊互引网络的密度高达0.99。过高的密度值,不具有揭示网络特征的作用,转而考察期刊二值网络,其密度为0.33,属于较高的网络密度。

其次,计算任意两种期刊之间的平均距离。图论中的距离指两点之间的最短途径,先计算

出任意两点之间的距离,然后对所有成员之间的距离之和取平均值,这样就可以得到整体网络成员之间的平均距离^[9]。与密度相同,选择期刊二值网络进行计算,期刊之间的平均距离为1.90,也就是说,任意两种期刊平均只要不到两步就可到达。另外,同时计算出来的还有建立在“距离”基础上的凝聚力指数(compactness),该指数在0~1之间,数值越大表明该整体网络越具有凝聚力。二值网络的该指数为0.50,是一个凝聚力较强的网络。

综合密度、平均距离和凝聚力指数等表明,该期刊网是一个比较紧凑的网络,连通性也比较好,其网络结构对其中的成员会产生重要影响。以上是对网络静态指标的分析,下面重点分析网络结构。

3.2 局部网络分析

局部网络分析是建立在“距离”或“度”等概念上的中心性分析。度数(nodal degree)为一个点 n_i 的邻点的个数,记作 $d(n_i)$ 。实际上,一个点的度数也是与该点相连的边的条数^[10]。在有向图中,必须考察线的方向,一个点的度数包括两类:点入度(in-degree)和点出度(out-degree)。前者指的是直接指向该点的点的总数,后者是该点所直接指向的点的总数。在期刊网络中,各刊的出度就是各刊所有引用次数,为表1中的“行总和”;入度就是所有被引次数,为表1中的“列总和”。在二值矩阵中,每种期刊的出度即表示有多少种刊物被该刊引用,达到了平均被引率之上;入度即表示有多少种刊物引用该刊在平均引用率之上。

表2 期刊中心性序列表

期刊序列	in Degree	out Degree	期刊序列	in Closeness	out Closeness	期刊序列	Betweenness
中国图书馆学报	12	0	中国图书馆学报	78.947	6.250	图书情报工作	61.700
大学图书馆学报	10	1	大学图书馆学报	40.541	6.667	图书馆论坛	46.833
图书情报工作	9	11	图书情报工作	23.438	45.455	情报理论与实践	26.367
情报理论与实践	6	5	情报理论与实践	22.727	35.714	情报杂志	13.367
图书馆论坛	5	11	情报学报	22.059	27.273	情报学报	13.000
情报杂志	5	8	情报杂志	22.059	41.667	情报科学	4.000
情报学报	5	1	现代图书情报技术	21.739	22.727	现代图书情报技术	0.700
情报科学	4	7	图书馆论坛	21.429	45.455	大学图书馆学报	0.500
现代图书情报技术	4	1	情报科学	21.429	37.500	图书馆	0.333
图书馆杂志	3	3	图书馆杂志	20.833	34.091	情报资料工作	0.200
情报资料工作	2	7	图书情报知识	20.548	33.333	中国图书馆学报	0.000
图书馆	2	5	情报资料工作	20.270	37.500	图书与情报	0.000
图书情报知识	2	2	图书馆	18.750	38.462	图书情报知识	0.000
图书馆理论与实践	1	5	图书馆工作与研究	18.519	33.333	图书馆杂志	0.000
图书馆工作与研究	1	2	图书馆理论与实践	18.519	38.462	图书馆工作与研究	0.000
图书与情报	0	2	图书与情报	6.250	7.143	图书馆理论与实践	0.000

中心性是社会网络分析中重要的节点结构位置指标,评价一个节点重要与否、衡量其地位优越性及其声望等常用这一指标。以下是本文所涉及的三种中心性指标:

(1) 点度中心性(degree centrality)

若一点与其他许多点直接相连,则称该点具有较高的点度中心性,有理由相信该点居于局部网的中心地位。点出度是一个节点的对外

关系数量的总和,公式为:

$$C_{DO}(n_i) = d_i(n_i) = \sum X_{ji}$$

点入度是其他节点对某一节点有关系的数量总和,公式为:

$$C_{DI}(n_i) = d_i(n_i) = \sum X_{ji}$$

(2) 中介中心性(betweenness centrality)

若一点处于许多交往路径上,则可认为该点居于重要位置,该指标测量的是对各点间建

立关系起桥梁作用的点。中介中心度为 0 意味着没有任何点是其他点的桥。中介中心性的公式为:

$$C_B(n_i) = \sum_{j < k} (n_{ij} / g_{jk})$$

其中, g_{jk} 是节点 i 达到节点 k 的捷径 (geodesic) 数。

(3) 接近中心性 (closeness centrality)

接近中心性以距离为概念来计算一个节点的中心度, 与其他点距离越近则中心性越高, 公式为:

$$C_c(n_i) = \left[\sum_{j=1}^n d(n_i, n_j) \right]^{-1}$$

其中, $d(n_i, n_j)$ 代表 n_i 与 n_j 的距离。接近中心性的值越大, 越说明该点不是网络的核心点。因此, 用 “-1” 次幂表示其意义, $C_c(n_i)$ 越小则 n_i 越处于边缘地位, 反之亦然。

各中心性计算结果及排序见表 2。在期刊互引局部网络中, 《中图学报》、《大学图书馆学报》和《图书情报工作》三种期刊的入度明显大于其他期刊, 是周边期刊引用的主要对象, 而《图书情报工作》和《图书馆论坛》在引用其他期刊方面也十分积极, 出度均为最大值 11, 它们也正是中介中心性最突出的两种期刊。另外, 入度中心性 (inDegree) 和内接近性 (inCloseness) 的前四位是一样的, 出度中心性和外接近性的前三位相同, 在两项中其他期刊的序列排名也相

差不大, 这符合社会网络分析理论中关于点度中心性与接近中心性高度相关的论述。又由于接近中心性的计算要求必须是完全连通图, 比较严格, 因此, 一般情况下只计算点度中心性即可。

《中图学报》是期刊被引网络中接近中心性最高的期刊, 即所有其他期刊在引用该刊时路径最短。采用 Pajek 的 k-neighbours 命令将其他期刊到《中图学报》的引用路径绘制出来, 以揭示该刊的中心作用 (见图 2)。如图所示, 大部分期刊 (黑色节点) 都直接引用《中图学报》; 《情报学报》和《图书馆工作与amp;研究》 (灰色节点) 通过一个中介期刊间接引用《中图学报》; 而《现代图书情报技术》 (白色节点) 与《中图学报》的距离最远, 需要三步到达。为了清晰地展示两者的引用关系, 利用 Paths between 2 vertices 命令找出从《现代图书情报技术》到《中图学报》的所有最短路径。如图 3 所示, 《现代图书情报技术》通过《情报学报》、《情报理论与实践》间接吸收《中图学报》中的知识信息, 而且这是唯一的一条最短路径。过长或单一的路径会导致知识信息在传播过程中的散失和失真。可以推知: 《现代图书情报技术》很少参考《中图学报》中刊载的论文, 只较多地引用了《情报学报》中的文章, 这与该刊的专业偏向和技术偏向有关。

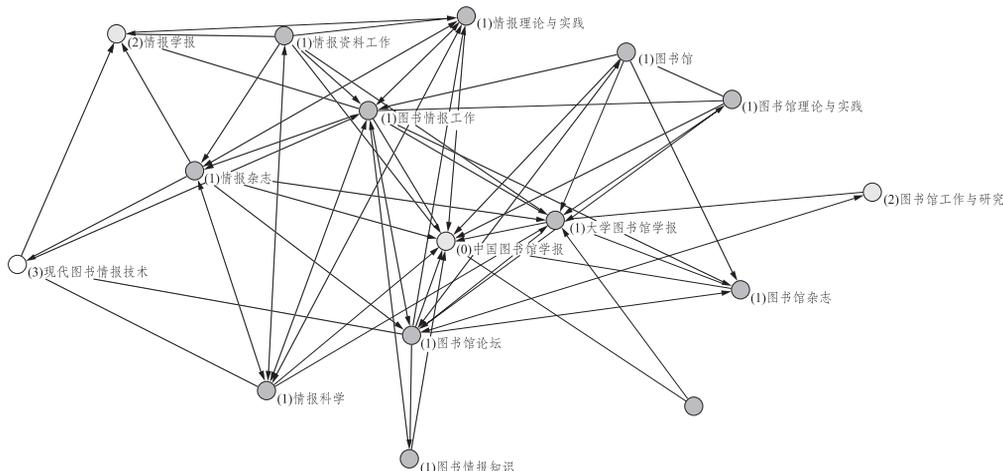


图 2 其他期刊引用《中图学报》的路径图



图3 《现代图书情报技术》引用《中国学报》的路径

需要注意的是,对于点度中心度的测量,并不涉及整个网络有没有“核心点”的问题。如果一点处于某点链的一侧,则其中心度完全是局部现象,即使有很高的度数也不是整个网络的中心。因此,点的度数仅仅表达了某一点在其局部环境中与其他点的关系^[10]。要想考察整个网络的核心及核心与边缘的关系,还需借助整体网络分析。

3.3 整体网络分析

探讨整体网络结构时,“位置(positions)”概念是研究重点,它描述关系模式网络中的一个子群,其中的行动者占据这些位置,与其他行动者建立联系。确定位置的标准有二:一是社会凝聚性(social cohesion)标准,即若所有节点相互之间有直接交往,由此确定的位置叫做派系(cliques),若包括部分间接交往,则称为社会圈(social circles);二是结构对等性(structural equivalence)标准,即节点与系统其他外部节点之间具有相同的交往关系。与凝聚性分析截然不同,结构对等性研究的目的是把相似的行动者分到互斥的派别中,每一派内部的行动者是互相对等的,拥有类似的结构特征。本文对期刊互引网络整体结构的分析,关注的就是各个期刊在结构上的对等性,运用的是块模型分析法。

块模型(block models)分析是一种研究网络位置模型的方法,是基于结构对等性的社会角色描述性代数分析。其定义如下:一个块模型是将网络N中的行动者分区为各个位置 B_1, B_2, \dots, B_B ,并且存在对应法则 ϕ ,若行动者 i 处于位置 B_k 之中,则有 $\phi(i) \in B_k$ 。以 b_{kl} 表示位置 B_k 和 B_l 在关系 X_i 上是否存在联系,则 $b_{kl} = 1$,否则为0。简单来说,一个块模型由如下两项组成:一是把一个网络中的各个行动者按照一定标准分成几个离散子集,称这些子集为“子群”、

“位置”或“块”;二是考察每个位置之间是否存在关系。如此,块模型就是一种关于多元关系网络的假设,它提供关于各个位置或者各个子群之间关系的信息,研究网络的总体特征。

构建块模型分两步:①行动者分区,即把各个行动者分到各个位置之中,本文用CONCOR方法。②根据一些标准确定各个块的取值,即各个块是1-块,还是0-块,不同性质的关系采用标准不同。本文采用 α -密度指标,其中 α 是临界密度,指整个网络的平均密度值。CONCOR是一种迭代相关收敛法(convergent correlations)。该程序首先计算矩阵的各个行或列之间的相关系数,得到一个相关系数矩阵 C_1 。然后将 C_1 作为输入矩阵,继续计算此矩阵的各个行或列之间的相关系数,得到一个新的系数矩阵 C_2 。接着继续计算 C_3, C_4, C_5, \dots 。这样,经过多次迭代后,最后矩阵中的相关系数值不是1就是-1。另外,可对该矩阵的各个行或列同时进行置换^[10],从而可简化为如下形式:

+1	-1
-1	+1

这样就对相应行动者实现了分区,从而简化了数据。最后,CONCOR以树形图的形式表达各个位置之间的结构对等性程度。

以下就采用Ucinet中的CONCOR程序对期刊互引网络进行分析。由于研究的是期刊间的引用、被引关系形成的结构对等性,因此忽略期刊自引,即计算过程中不包含对角线数值。运行CONCOR,计算皮尔森相关系数,迭代后图书馆情报学16种期刊可分为4个子群,各个子群内部成员基本上可视为结构对等。子群树形图、分群矩阵和子群密度矩阵分别如图4、表3、表4所示。

表3 期刊分群矩阵

Diagonal:		Ignore															
Max partitions:		2															
Blocked Matrix																	
		1	10	3	9	12	6	15	8	11	14	5	2	7	4	13	16
1	中国图书馆学报	172	22	35	22	23	22	10	58	14	32	25	49	28	56	25	21
10	图书馆杂志	78	79	77	37	27	22	31	53	13	47	32	15	18	76	26	27
3	大学图书馆学报	99	33	115	28	22	12	25	41	23	31	18	16	14	44	16	20
9	图书情报知识	88	24	36	47	28	18	22	48	11	38	22	51	36	76	42	40
12	图书馆理论与实践	185	59	103	61	186	41	35	104	40	81	30	44	33	122	45	52
6	情报资料工作	128	60	88	61	22	83	34	59	26	62	38	86	71	156	76	71
15	图书馆工作与研究	61	41	78	31	37	33	86	53	16	103	29	16	24	65	28	41
8	图书馆	185	68	83	50	42	29	48	720	46	138	16	19	17	85	27	49
11	图书与情报	76	36	71	30	26	19	17	35	53	47	22	24	16	66	40	41
14	图书馆论坛	234	120	150	120	93	59	105	138	57	653	70	41	71	164	61	88
5	现代图书情报技术	21	8	26	9	3	3	2	4		12	142	85	32	43	32	34
2	情报学报	24	6	17	13	4	14	3	3	3	10	32	208	75	54	50	29
7	情报理论与实践	90	23	63	39	20	32	15	17	15	31	58	107	126	85	86	72
4	图书情报工作	220	88	151	91	45	69	40	65	31	92	90	173	135	328	134	132
13	情报科学	92	30	76	49	33	70	23	37	27	54	82	219	152	148	252	158
16	情报杂志	156	48	134	63	65	60	36	40	22	96	108	202	150	183	229	610

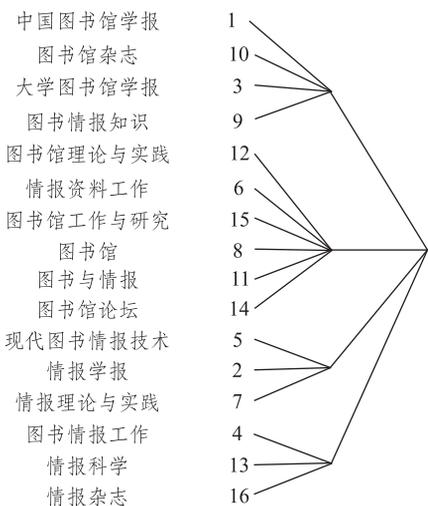


图4 期刊子群树形图

表4 期刊子群密度矩阵

Density Matrix				
	1	2	3	4
1	48.250	27.958	27.000	39.083
2	90.083	54.833	37.056	70.944
3	28.250	10.611	64.833	53.889
4	99.833	50.278	145.667	164.000

根据表4的子群密度矩阵,采用标准构建期刊互引矩阵的像矩阵。由于期刊互引网络(不算

自引)的密度为56.65(赋值矩阵的密度会大于1),把密度表中的各个系数与其相比,大于该数的值替换为1,小于该数的值替换为0,得到表5:

表5 期刊互引矩阵的像矩阵

	1	2	3	4
1	0	0	0	0
2	1	0	0	1
3	0	0	1	0
4	1	0	1	1

观察分群情况发现,期刊按专业方向和引用关系两个维度进行了分群。第一子群和第二子群主要是图书馆学期刊,第三子群和第四子群主要是情报学期刊。其中,双栖刊物(从刊名上看)《图书情报知识》和《图书与情报》与图书馆学的联系更加密切,而《现代图书情报技术》和《图书情报工作》更偏向于情报学的内容。《情报资料工作》刊登了很多关于图书馆和图书馆学的论文,与部分图书馆学期刊分在一群。

结合密度矩阵和像矩阵发现,第一子群和第三子群引用其他子群的情况较少,但被其他子群引用的次数较多。可以认为,它们在引用网络中处于“知识权威”的地位。第四子群经常引用除了第二子群之外的期刊文献,而经常被

本子群和第二子群所引用。这说明第四子群在引用网络中充当“中转站”的角色,吸收第一、三和本子群的知识信息,向第二和本子群输出信息。第二子群经常引用第一和第四子群的期刊文献,而很少被其他子群所引用,它是信息输入的“储备库”,较少充当“知识源”的角色。

为了形象地展示各期刊子群间的关系,进一步简化像矩阵。把各个子群集合看成是各个点,把各个“像”看成是一系列邻接关系,可以得到简化图(见图5)。该图清楚地表明:整个期刊互引网络是个紧密联系的整体,不存在孤立子群;各子群不存在互惠(即相互频繁引用)情况,有明显的等级结构。各子群的学科、“角色”已在图中标出。比对中心性分析的结果,在局部引用网络中,各中心性居前的期刊,即是整体引用网络中起到重要的信息输入、输出或中介桥梁作用的期刊。这说明在一个紧凑的小规模网络中,网络局部结构特征和网络整体结构特征高度相关,分析结果能够较好地相互印证、补充。

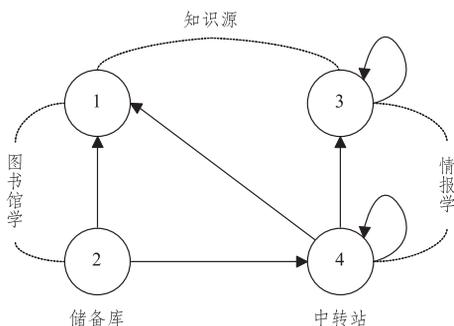


图5 像矩阵的简化图

4 结语

社会网络分析法为我们提供了一种以关系为基本分析单位的新视角、新方法,可对以个体主义方法为基础的统计计量研究结果予以重要补充。本文以连续两年的数据为样本进行分析,其结果具有一定稳定性。如果采用不同时段的数据,还可以利用上述方法分析该网络的结构演变过程,为科研评价与管理提供纵向数据。

参考文献:

- [1] Gattrell A C. Describing the Structure of a Research Literature: Spatial Diffusion Modelling in Geography[J]. Environment and Planning, 1984 (B): 11.
- [2] Chen C. Visualizing semantic spaces and author co-citation networks in digital libraries [J]. Information Processing and Management, 1999, 35 (2): 401 - 420.
- [3] White H D. Pathfinder networks and author co-citation analysis: A re-mapping of paradigmatic information scientists [J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2003, 54(5): 423 - 434.
- [4] White H D, McCain W. Visualizing a discipline: an author co-citation analysis of information science 1972 - 1995 [J]. Journal of the American Society for Information Science, 1998, 49(4): 327 - 355.
- [5] Loet Leydesdorff. "Betweenness Centrality" as an indicator of the "Interdisciplinarity" of scientific journals[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2007, 58 (9): 1303 - 1309.
- [6] 宋丽萍,徐引箴. 基于 SNA 的电子无形学院结构分析[J]. 情报学报,2007(6):902 - 908.
- [7] 徐媛媛,朱庆华. 社会网络分析法在引文分析中的实证研究[J]. 情报理论与实践,2008 (2):184 - 188.
- [8] 岳洪江,刘思峰. 管理科学期刊同被引网络结构分析[J]. 情报学报,2008(3):400 - 406.
- [9] Shaw W M. Information Theory and Scientific Communication[J]. Sociometrics, 1981, 3(3): 235 - 249.
- [10] 刘军. 社会网络分析导论[M]. 北京:社会科学文献出版社,2004:94,119,215.

宋歌 南京大学信息管理系 2006 级博士研究生。通讯地址:南京。邮编 210093。

叶继元 南京大学信息管理系教授、博士生导师,南京大学中国社会科学评价中心副主任。通讯地址同上。

(收稿日期:2008-11-17)