

图书情报工作
Library and Information Service
ISSN 0252-3116,CN 11-1541/G2

《图书情报工作》网络首发论文

题目：融合引文多元关系与双维模型的学科关键知识路径分析——以信息资源管理学科为例
作者：王浩，陈鑫，彭兆祺，杨杰，邓三鸿
收稿日期：2026-03-19
网络首发日期：2026-09-15
引用格式：王浩，陈鑫，彭兆祺，杨杰，邓三鸿．融合引文多元关系与双维模型的学科关键知识路径分析——以信息资源管理学科为例[J/OL]．图书情报工作.
https://link.cnki.net/urlid/11.1541.G2.20260915.1009.010



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

网络首发时间：2026-09-15 16:43:47　网络首发地址：https://link.cnki.net/urlid/11.1541.G2.20260915.1009.010

融合引文多元关系与双维模型的学科关键知识路径分析*

——以信息资源管理学科为例

王浩[1,2]　陈鑫[1,2]　彭兆祺[1,2]　杨杰[1,2]　邓三鸿[1,2]

[1]南京大学信息管理学院 南京 210023

[2]数据工程与知识服务省高校重点实验室（南京大学） 南京 210023

摘　要：[目的/意义] 精准识别学科发展的关键节点与核心演化路径，对于深刻理解学科知识结构的动态演变、把握学科未来发展方向具有重要的理论价值与实践意义。[方法/过程] 针对传统方法难以捕捉隐性知识关联的局限，提出一种融合引文多元关系与双维搜索模型的学科关键知识路径识别框架。首先，融合学科文献直引、耦合及共被引构建多元关系的时序有向网络，实现显隐性关联的结构化表征；其次，从局部关联度与全局连通性双重维度优化主路径搜索模型，识别兼具主题连贯性与结构枢纽性的学科知识主干。[结果/结论] 以信息资源管理学科1993—2022年5种期刊数据为例进行实证分析，研究表明：采用的方法在拓展关键节点识别边界、提升主路径结构代表性、增强知识演化脉络连贯性与精细度方面具有一定优势。实证轨迹清晰揭示该学科更名前三十年遵循从“信息资源管理战略锚定”到“知识管理认知跃迁”，经由“知识网络可视化转型”与“科研数据治理响应”，最终向“大数据环境边界重构”及“新文科交叉回归”的演进逻辑，呈现出“范式更迭—技术驱动—领域融合”的动态知识图景。

关键词：引文多元关系　知识网络　主路径分析　学科知识演化

分类号：G253.1

引用本文：王浩, 陈鑫, 彭兆祺, 等. 融合引文多元关系与双维模型的学科关键知识路径分析[J]. 图书情报工作, XXXX, XX(XX): 1-10. (Citation: Wang Hao, Chen Xin, Peng Zhaoqi, et al. Analysis of Key Knowledge Paths in a Discipline Based on the Integration of Multiple Citation Relationships and a Dual-Dimensional Model: The Case of Information Resources Management [J]. Library and Information Service, XXXX, XX(XX): 1-10.)

大科学时代，知识流动的范围持续扩张，更迭周期显著缩短。从海量庞杂信息中迅速、高效地厘清学科知识结构与主干发展脉络，既是明确学科定位的关键，也为构建自主知识体系与提升学术话语权奠定认识论前提。

作为知识流动的主要载体，文献间的引用关系构成了揭示知识演进的微观线索。直引揭示知识的显性代际传承，耦合映射知识的同源基础，共被引彰显知识的认知认同。三者共同编织文献间复杂、多维的知识关联网络。主路径分析（Main Path Analysis，MPA）[1]通过识别引文网络中串联关键文献的最优路径，可以有效揭示学科知识演化主干。然而，当前研究多局限于直引关系构建网络进行主路径分析，一方面只能捕捉显性知识传承，忽略了具备耦合或共被引关系的隐性关联，易导致关键节点遗漏；另一方面，直引网络仅能反映关联关系的有无，难以量化关联程度。

基于此，本文提出一种融合引文多元关系与双维搜索模型的识别框架。在网络表征层面，系统性叠加直引、耦合与共被引关系，弥合隐性关联缺口；

*本文系国家社会科学基金重点项目“基于领域集体智慧挖掘的颠覆性范式变革预测研究”(项目编号：25ATQ008）和2025年江苏省高校“AI通识教育教学改革研究”专项课题“多维度AI通识课程质量评价模型研究”(项目编号：2025AIGE011)研究成果之一。

作者简介：王浩，博士研究生；陈鑫，博士研究生；彭兆祺，博士研究生；杨杰，博士研究生；邓三鸿，副院长，教授，博士生导师，通信作者，E-mail: sanhong@nju.edu.cn。

收稿日期：2026-03-19　修回日期：2026-06-03　本文起止页码：2026-0902

版权所有©《图书情报工作》杂志社有限公司，未经许可不得转载（Copyright © LIS Press Co., Ltd. Reproduction is prohibited without permission）

在算法优化层面，打破传统SPC算法的同质化路径假设，从“局部关联强度”与“全局连通质量”双重维度优化搜索模型，提升主路径文献主题连贯性与结构代表性，从而实现对学科关键知识演进路径的全面揭示。研究思路如图1所示：

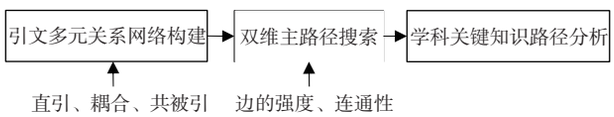


图1　研究思路

Figure 1　Research idea

1　相关研究 /Related work

文献间的引用关系是揭示知识传承与演化的重要线索，学者主要基于文献直引、耦合、共被引三种基础引文关系构建网络，开展学科知识演化的计量与可视化分析。例如，D. J. Price[2]基于直引网络的幂律分布特征构建模型，揭示领域知识累积过程；S. Yang等[3]借助作者关键词耦合网络，探索学科知识结构演变；M. A. Koseoglu等[4]结合直引网络出入度、中心性等指标识别高影响力文献及其演化脉络；高楠等[5]融合共被引分析、词频及知识图谱方法，可视化呈现学科前沿的演进路径。

随着节点文献持续增长，引文网络日趋庞大复杂，主路径分析逐渐成为识别关键文献与把握知识演化主干的有效方法。N. P. Hummon与P. Dereian[1]于1989年首次提出主路径分析，以节点对投影数（node pair projection count，NPPC）、搜索路径链接数（search path link count，SPLC）和搜索路径节点对（search path node pair，SPNP）三种算法衡量网络链接的重要性，通过局域或全局最优搜索得到遍历权重最高的链接组合作为主路径。V. Batagelj[6]于2003年提出的搜索路径数（search path count，SPC）算法因计算简单、可操作性强而得到广泛应用。此后，学者从不同角度进行了验证与完善：董克等[7]将引文编年图与主路径分析结合，实现对科学发展过程的细粒度揭示；J. S. Liu[8]等采用全局主路径、后向局部主路径、多主路径和关键路径等变体方法，突破单一路径生成限制；P. Hyunseok[9]基于遗传持久性的双向搜索模型，识别太阳能光伏领域技术主路径；刘向等[10]构建引文路径叠加网络，分析超导材料领域技术主路径；夏红玉等[11]引入引文重要度指标修正SPC算法，探讨Altmetrics知识流动路径。

针对传统主路径分析仅依赖单一引用关系而难以全面捕捉文献关联的局限，近期研究开始探索融合多元关系加以优化。隗玲等[12]利用元路径量化引文节点相关性，将其与SPC计数结合构建新的遍历权重指标；C. Huang等[13]通过引文结构相似性与关键词相似性调整边权，增强路径对目标主题的收敛性；Z. Yan等[14]构建作者、期刊、论文、关键词等多实体异构网络，提取实体向量计算知识邻近度以强化识别信号；张娴等[15]融合引用、主题关联与引用动机等多元关系，提高专利技术演化路径的识别效果；T. X. Pan[16]从链接、节点与路径三个层面验证了耦合、共被引或语义相似网络的补充链接，在捕捉知识流动、增强网络连通性与提高主路径主题一致性方面的作用，为理解引文多元关系揭示隐性知识流动提供了理论阐释。

综上所述，引文网络分析为学科知识演化研究奠定了方法基础，主路径分析已成为识别学科知识主干的有效工具。近期研究融合多元关系优化主路径识别，拓展了传统方法对文献关联的表征能力。但现有研究在以下两方面仍有待深入：①在网络构建层面，多元关系集中于文本语义与异构网络等外部补充信息的引入，对直引、耦合、共被引三种基础引文关系的融合与利用尚不充分，难以全面刻画文献间的多元关联；②在路径筛选层面，主路径识别多侧重边的单一属性调整，较少同时从局部关联强度与全局网络连通性两个维度进行综合优化，致使识别结果在内容连贯性与结构代表性上仍有提升空间。为此，本文融合三种基础引文关系、兼顾局部与全局双维度进行主路径分析，以全面、高效地揭示学科知识演化历程。

2　学科引文多元关系网络与主路径搜索模型构建 /Construction of multi-relational citation network in discipline and main path search model

2.1　引文多元关系网络

知识演化并非单一路径的线性累积，而是在时空流动中的汇聚、分化与重构[17]。学术文献作为知识流动的主要载体，之间的引用关系构成了揭示知识演进的微观线索：直引关系直观体现知识的代际传承，刻画“源”与“流”之间的显性继承逻辑；耦合关系揭示知识基础共享程度，反映研究同源性；共被引关系代表学术共同体的认知认同，彰显学科

发展中形成的结构性稳定联结。三种关系从知识传承、知识基础与知识认同三个层面，共同勾勒文献间复杂知识关联的完整图景，为跨越显隐性界限、系统性重塑学科演化脉络提供多维逻辑支撑。

基于此，本文构建引文多元关系网络，实现对学科知识演化的系统映射。首先，以学科文献为节点，作为基本知识单元，以直引、耦合与共被引三种关系的叠加为边，表征知识的多元关联及其强度。科学发展遵循知识累积演进的规律，内容相关、时序相承的文献之间，即便不存在引用关系，后来研究也往往是在前者奠定的知识基础上展开[16, 18]。因此，本文以文献发表时间先后顺序赋予边演化指向，从而将原本基于研究相似性的无向关联，转化为具备动态演进特征的有向知识脉络。网络构建原理如图2所示：

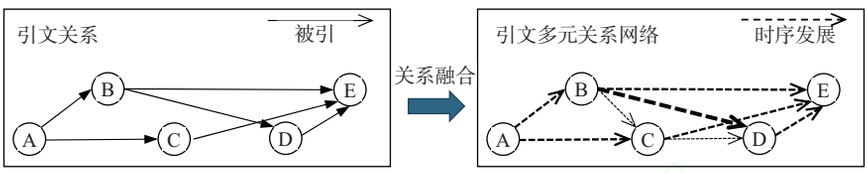


图2 引文多元关系网络构建原理

Figure 2 Construction principle of multi-relational citation network

图2中A至E代表文献节点，由虚线边表征三种引用关系的综合映射，边的粗细对应关联强度的量化值。为满足主路径搜索所需的技术前提，网络整体被构建为有向无环图，箭头统一指向学科时序发展方向，其中A为网络源节点，E为汇节点。引文多元关系网络能够捕捉原本在直引网络中具有演化关联但结构断裂的节点，例如文献C与文献D虽无直接引用关系，但后续共同被文献E引用，多元关系网络可据此推断C与D之间存在隐性知识关联，并通过由先发表文献C指向后发表文献D的边串联结构缺口；同时，多元关系网络可以反映节点间的知识关联程度，如文献B与D之间同时存在直引与共被引关系，其关联度权重将相应增强。

2.2 双维主路径搜索模型

基于引文多元关系网络的内生属性，从边的强度与连通性两个维度构建主路径搜索模型：强度作为局部指标，反映相邻文献间的主题连贯性；连通性作为全局指标，反映主路径文献在整个网络的结构代表性。

2.2.1 局部维度：基于显隐性关联的边强度量化

边的强度由相邻文献间的关联度决定，综合直引（DC）、耦合（CC）与共被引（BC）三种关系计算，公式如下：

$$S_{ij}=w_1\times DC_{ij}+w_2\times CC'_{ij}+w_3\times BC'_{ij} \quad \text{公式（1）}$$

其中，S_{ij}表示节点文献i与j之间的关联度，即边(i,j)的强度；DC_{ij}为直引频次；由于直引为二元变量0或1，而耦合与共被引为连续变量，本文利用Min-Max标准化将两者映射至[0, 1]区间以统一数据量纲，CC'_{ij}与BC'_{ij}分别为经标准化处理后的耦合与共被引频次。标准化函数如下：

$$X'_{ij}=\frac{X_{ij}-\min(X)}{\max(X)-\min(X)} \quad \text{公式（2）}$$

同时，本文基于证据确凿性优先与逻辑补偿原则，将权重设定为w_1=1、w_2=0.5、w_3=0.5：

（1）证据确凿性优先。直引关系是作者在撰写过程中明确建立、具有排他性的显性知识流向，是判断知识传承是否存在最直接、确定性最高的证据。在主路径分析时，直引网络是知识流动的核心骨架，其反映的演化逻辑最为稳固[1, 19]，故被赋予最高权重1作为锚定路径基本走向与连贯性的基石。

（2）隐性关联作为逻辑补偿。一方面，文献耦合反映前期知识基础的同源性，共被引反映后期学术共同体的认知认同，二者在挖掘知识关联时方向互补、维度对称，因此赋予同等权重。另一方面，两类关系均为基于引文结构推导的隐性关联，其证据确定性弱于直引关系[20]，权重应低于1。综合两方面，本文分别赋予耦合与共被引0.5的权重，使二者既能共同补充直引网络难以揭示的隐性关联，又不会削弱其在路径识别中的主导作用。

经过上述标准化处理与权重分配，模型形成显性引用决定路径基本走向，隐性关联在断裂处实现结构补充的层次化过滤机制。既避免低强度噪声干扰核心路径，同时使具有深度关联的隐性演化脉络不被遗漏。

2.2.2 全局维度：基于路径演化质量的边连通性修正

传统主路径分析中的SPC算法通常基于路径同质化假设，仅通过计算某条边被网络源节点至汇节点间所有路径经过的频次来反映其连通性。例如，在图2所示的引文多元关系网络中，若边AB分别被A-B-E、

A-B-C-E、A-B-C-D-E、A-B-D-E 四条路径经过，传统 SPC 算法将赋予其连通性权重 4。然而，在真实的学科网络中并非所有拓扑路径都具备同等的演化意义，部分路径可能因个别文献的偶然引用或宽泛的主题相关性而呈现出形式上的连通，但其内在的演化链条却存在显著的主题断层或关联强度虚高。

基于此，本文构建路径质量指标 $Quality_k$，对经过边 (i,j) 的每条路径进行内生演化质量评估，从而动态修正该边在全局网络中的连通性权重，公式如下：

$$G_{ij}=\sum_{k=1}^{N_{ij}} Quality_k=\sum_{k=1}^{N_{ij}}\frac{\mu_k}{\sigma_k+1} \quad \text{公式（3）}$$

其中，G_{ij} 为修正后的边 (i,j) 连通性权重，N_{ij} 为经过边 (i,j) 的路径数量；μ_k 为第 k 条路径上所有边强度 S_{ij} 的均值，σ_k 为强度的标准差，二者比值刻画路径演化质量：均值越大，表明路径整体主题凝聚度高，作为知识主干的代表性就越强；标准差越小，表明路径各演化环节的衔接越连贯，能够有效避免依赖弱关系勉强串联的情形。因此，均值越高且标准差越小的路径，能够更好地展示知识演化过程中的连续性与稳定性，质量就更高。最后进行加 1 处理，防止分母为 0 使公式无效，同时有效平滑极小波动对质量判定的非理性增益。

综上所述，本文以边的强度（局部维度）与边的连通性（全局维度）为基础构建主路径搜索模型。在路径搜索过程中，边 (i,j) 的重要性由其强度与连通性的乘积 $S_{ij}\times G_{ij}$ 度量。采用全局主路径搜索算法[8]，从网络源节点（最早发表文献）出发，沿时序方向搜索至汇节点（最晚发表文献），以路径上所有边的 $S_{ij}\times G_{ij}$ 之和最大为目标，识别引文多元关系网络中的主路径。公式如下：

$$\pi^{*}=\operatorname{argmax}_{\pi\in\Pi}\sum_{(i,j)\in\pi}(S_{ij}\times G_{ij}) \quad \text{公式（4）}$$

其中，Π 为引文多元关系网络中所有源节点到汇节点的可行路径集合，(i,j) 表示构成路径 π 的有向边，i 指向 j 且满足时序约束。

3 实证分析 /Empirical study

3.1 数据来源与预处理

2022 年，我国“图书情报与档案管理”一级学科正式更名为“信息资源管理”，这不仅是学科名称的更迭，更标志着学科范式从传统的文献载体驱动向数据与资源驱动的深度转型。因此，本文综合期刊影响因子排名与办刊定位互补性，以《中国图书馆学报》《情报学报》《图书情报工作》《情报资料工作》《图书情报知识》5 种信息资源管理领域 CSSCI 收录期刊 1993—2022 年数据为例进行实证研究。一方面验证本文方法的有效性；另一方面系统回顾该学科在更名前 30 年的核心知识积累与逻辑演进过程。中国引文数据库（CCD）提供载文及其参考文献、施引文献的一一对应关系，从 CCD 采集并筛选上述 5 种期刊 1993—2022 年 27 361 篇载文及其参考文献、施引文献的题录信息作为原始数据样本。

实证研究所需数据预处理流程如图 3 所示：

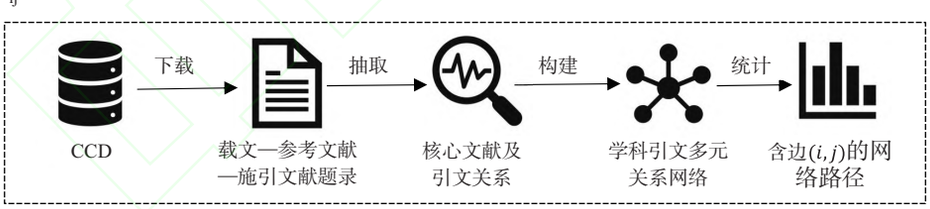


图 3 数据预处理流程

Figure 3 Data preprocessing process

（1）核心文献抽取：首先，根据二八定律筛选年度被引量前 20% 的核心文献群；其次，对其题录信息进行完整性校验，剔除引证链条断裂的异常记录，实现数据清洗；最后，提取出 4 942 篇核心种子文献，以此为基础回溯与追踪其对应的参考文献与施引文献，确保后续引文多元关系网络构建的数据信度。

（2）网络构建。编写 Python 脚本提取文献间的直引、耦合、共被引三种关系，计算 DC_{ij}、CC_{ij}、BC_{ij}。基于此，构建 4 942 个节点、45 214 条边的引文多元关系网络。

（3）包含边 (i,j) 的路径统计。基于 MATLAB 语言编写搜索算法统计网络源节点到汇节点间的可行路径集合 Π，记录包含边 (i,j) 的路径数量 N_{ij}。

3.2 主路径识别结果

3.2.1 引文多元关系网络主路径识别结果

将所获取变量代入公式，识别学科引文多元关系网络主路径。

（1）将文献间直引、耦合及共被引频次 DC_{ij}、CC_{ij}、BC_{ij} 代入公式（1）计算边 (i,j) 的强度 S_{ij}；

（2）将强度 S_{ij}、包含边 (i,j) 的路径数量 N_{ij} 代入公式（3）计算边 (i,j) 的连通性 G_{ij}；

（3）将 S_{ij}、G_{ij} 代入公式（4），采用全局搜索算法识别学科引文多元关系网络中的主路径文献。

主路径形态如图 4 所示，对应的主路径文献信息如表 1 所示：

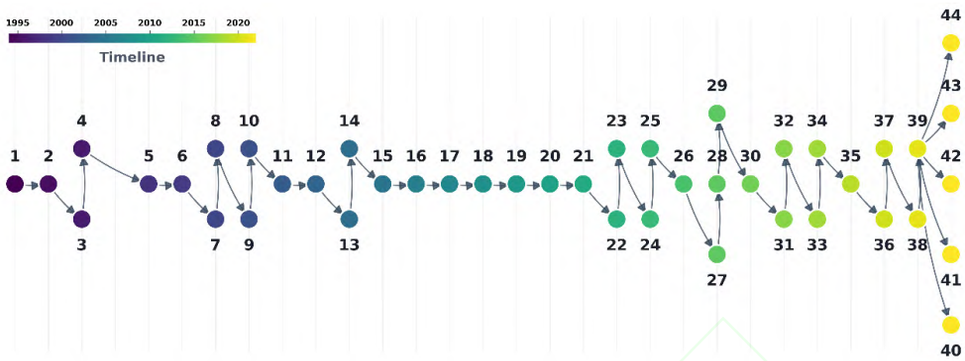


图 4　引文多元关系网络主路径形态

Figure 4　Morphology of main path in multi-relational citation network

表 1　引文多元关系网络主路径文献信息

Table 1　Main-path literature information in multi-relational citation network

序号	主路径节点文献题名	发表年	序号	主路径节点文献题名	发表年
1	信息管理专业的内涵	1994	23	一种探测组织知识结构的新方法:基于 FCA 的作者关键词耦合分析	2012
2	信息管理—事业与科学	1995	24	一种基于共词网络社区的科研主题演化分析框架	2013
3	信息资源管理的三个层次	1996	25	k-clique 社区知识创新演化方法研究	2013
4	面向高速信息网络的信息资源管理(一)—从技术角度的分析	1996	26	我国图书情报学的认知结构及其演化	2014
5	面向高速信息网络的信息资源管理(二)—从经济角度的分析	1998	27	论推动替代计量学发展的若干基本问题	2015
6	知识·知识经济·知识管理	1999	28	数据级别计量—概念辨析与实践进展	2015
7	知识集合初论—对图书馆学研究对象的探索	2000	29	国外信息服务机构的数据管理政策调研与分析	2015
8	知识集合再论—对图书馆学研究对象的阐释	2000	30	数据治理—图书馆事业的发展机遇	2016
9	论知识组织方法	2001	31	数据:大数据环境下情报学的研究对象	2017
10	论数字图书馆的知识管理	2001	32	论大数据环境对情报学发展的影响	2017
11	论情报学和知识管理的互动关系	2002	33	新时代情报学与情报工作的新定位与新认识	2018
12	论知识管理与图书情报学的变革	2003	34	迈向 Intelligence 导向的现代情报学	2018
13	情报学理论研究视野及模式探讨	2004	35	基于大数据思维的情报学科发展道路探究	2019
14	论情报学研究对象的变革及其学科发展	2004	36	数据驱动的图书馆学情报学	2020
15	竞争知识与竞争知识管理—关于情报与情报学本质的探讨	2005	37	图情档学科发展的数据化趋向解析	2020
16	整合 Information 和 Intelligence 研究，实现情报学的可持续发展	2006	38	知识资源的序化与数字人文的结构化知识资源基础—基于知识地图和认知结构学说的解析	2021
17	论情报学的基本原理及理论体系构建	2007	39	图书馆信息学与新文科交叉领域的关系预测研究	2021
18	相关性研究探析	2008	40	构建数智时代社会记忆的多重证据参照体系：理论与实践探索	2022
19	科学知识网络的形成与演化(Ⅰ):共词网络方法的提出	2009	41	公共图书馆健康服务的价值认知和实践探索	2022
20	科学知识网络的形成与演化(Ⅱ):共词网络可视化与增长动力学	2010	42	健康信息学的学科范畴与中国健康信息学的发展—兼述健康信息学学科建设与发展学术研讨会	2022
21	基于作者同被引分析的我国图书情报学知识结构及其演变研究	2011	43	文化遗产智能计算的肇始与趋势—欧洲时光机案例分析	2022
22	作者耦合分析:一种新学科知识结构发现方法的探索性研究	2012	44	健康信息行为研究：溯源、范畴与展望	2022

图 4 中节点表示文献，连线表示其知识演化的承接关系，该主路径共有 44 个节点，含 1 个源节点与 5 个汇节点；从表 1 标题信息来看，节点文献大致涉及信息与信息资源管理、知识管理与情报

学发展、知识网络、数据计量、数据治理、大数据与学科发展、数字人文与健康信息学等领域。主路径是基于引用关系从1993—2022年样本中搜索识别出的文献子集。其起止节点由网络结构自发决定，因此源节点文献发表于1994年，并非恰与数据采集窗口的起始年重合，后文同此情况。

3.2.2 传统直引关系网络主路径识别结果

为验证多元关系网络与双维主路径搜索模型的有效性与优势，本文用相同样本数据构建直引网络，采用传统SPC计数方法、全局搜索算法识别其主路径进行对比分析。直引网络主路径形态如图5所示，对应主路径文献信息如表2所示：

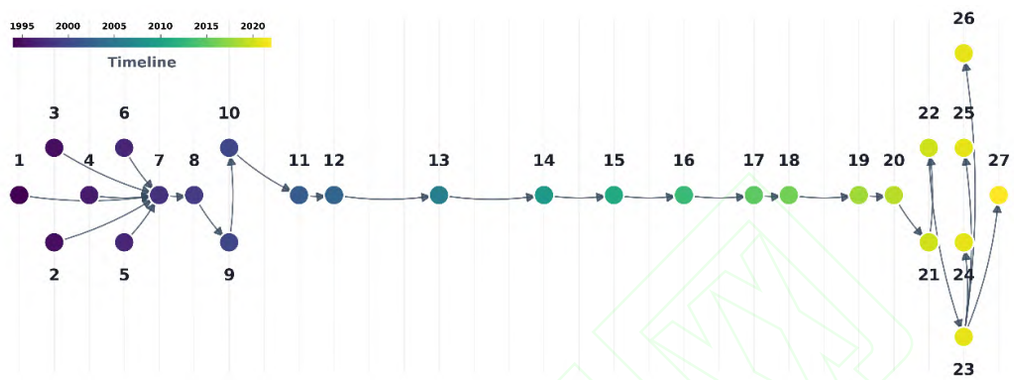


图5 直引网络主路径形态

Figure 5 Morphology of main path in direct citation network

表2 直引网络主路径文献信息

Table 2 Main-path literature information in direct citation network

序号	主路径节点文献题名	发表年
1	信息管理专业的内涵	1994
2	信息管理—事业与科学	1995
3	简论信息管理和信息管理学	1995
4	信息资源管理的三个层次	1996
5	试论信息管理的本质与范围	1997
6	试论信息管理	1997
7	当今我国信息管理研究综述	1998
8	论知识管理与信息管理	1999
9	从信息管理到知识管理	2000
10	再论知识管理与信息管理	2000
11	国内知识管理研究综述	2002
12	知识管理对现代图书馆学研究对象的创新	2003
13	观察与思考—图书馆学研究现状分析	2006
14	我国图书馆学研究的实证分析(上)	2009
15	近五年来图书情报学研究热点与前沿的可视化分析	2011
16	近五年国际图书情报学研究热点、前沿及其知识基础	2013
17	基于弱共现和突发监测的情报学学科研究主题及交叉性分析	2015
18	情报学与计算机跨学科应用的学科交叉对比研究	2016
19	数据科学及其对情报学变革的影响	2018
20	情报学取向的“数据科学与大数据技术”专业人才培养	2019
21	图情档学科发展的数据化趋向解析	2020
22	知识资源的序化与数字人文的结构化知识资源基础	2020
23	图书馆信息学与新文科交叉领域的关系预测研究	2021
24	新文科背景下大数据管理与应用专业人才培养模式	2021
25	新文科背景下图情档学科“微专业”建设实践探讨	2021
26	2020年中国图书情报与档案管理领域研究热点回顾	2021
27	大数据专业培养内容的主题分析及对图情档学科的启示	2022

图5主路径共有27个节点文献，含6个源节点与4个汇节点；从表2标题信息来看，节点文献主要涉及信息管理与信息资源管理、知识管理、知识网络与可视化、大数据与学科发展、新文科与学科发展等领域。两条主路径结果相互对照，作为下文模型与学科演化阶段划分的分析基础。

3.3 模型分析

对比引文多元关系网络主路径（图4、表1）与传统直引网络主路径（图5、表2）可知，二者在学科演化趋势上呈现宏观层面的趋同特征：1999年之前集中于“信息与信息资源管理”，随后过渡至“知识管理”，2009年左右延伸至“知识网络”领域，2017年前后则聚焦于“大数据时代下的学科发展”等。主题演化轨迹在时间维度上的耦合，不仅印证了两种方法在捕捉宏观演化趋势上的可靠性，也表明本文构建的引文多元关系网络模型在识别学科主干脉络方面的基础有效性。

在主路径文献的数量及内容细节上，两种模型表现出一定差异。引文多元关系网络通过拓宽候选节点池，并从边强度与连通性双重维度优化路径识别，其优势具体体现在以下三个方面：

（1）多元关系网络有效捕捉隐性知识关联，拓宽关键文献识别范围。传统直引网络仅能反映文献间的显性传承关系，而本文通过引入耦合与共被引关系，将无直接引用但在知识基础或研究方向上高度相关的隐性关联文献纳入网络，使原本在直引网络中孤立的关键节点得以进入主路径候选集。例如，表1节点文献22是国内较早探讨作者耦合分析在学科知识发现中应用的代表性成果之一，其与节点文献21虽无直引关系但形成共被引关联，所以能被本文模型识别为主路径文献，展现作者共被引到耦合分析的方法演进；节点文献27、28分别论述了替代计量与科研数据计量的内涵与概念框架，该阶段是学科回应数据密集型科研环境下由文献载体研究转向数据资源研究的关键转折，也构成后阶段大数据时代学科发展讨论的研究支撑。其中，节点文献27与前一节点文献26也无直接引用关系，但因共同引用形成耦合关联而被纳入主路径，串联了由文献计量到网络数据计量、再泛化至科研数据计量的演变脉络。

（2）双维模型筛选知识枢纽节点，提升主路径文献结构代表性。本文不仅以文献间知识承接的关联度构建边强度指标，还以连接网络路径的数量与质量构建边连通性指标。通过综合这两个维度进行路径搜索，识别出的主路径文献既是知识传承链条上的重要节点，又是连接不同知识分支的结构枢纽。后台数据统计表明，多元关系网络中主路径文献的一阶邻居节点共包含不重复关键词2 484个，远高于直引网络的735个，且后者中76%的关键词被前者覆盖。这表明双维模型筛选出的主路径文献能够承接更广泛的知识领域，在学科网络中具有更强的结构代表性。

（3）多元关系与双维视角融合，增强知识演化脉络的连贯性与精细度。①在时间连续性上，本文模型识别的主路径相邻文献间的发表时间差平均仅为0.745年，明显短于直引网络的1.46年，演化链条在时序上衔接更为连贯；②在演化粒度上，本文模型识别的主路径在多个研究阶段内部均保留了精细主题递进细节，能够呈现直引网络因节点稀疏而略去的过渡性环节。上述结果表明，多元关系提供的丰富样本空间与双维视角提供的精确筛选逻辑有机融合，能增强知识演化脉络的连贯性与精细度。

综上，通过与传统基于SPC算法的直引网络主路径识别方法进行对比分析，本文验证了引文多元关系网络与双维搜索模型在拓展节点识别范围、提升主路径结构代表性、刻画演化脉络连贯性与精细度等方面的有效性与优势。此外，相较于融合多实体网络、文本相似度等思路一致的研究，本文方法不依赖外部语义资源和算法模型，基于引用频次即可实现，具有数据与算力需求低、流程透明、适用范围广的特点。但这些优势更适用于对学科长时段知识演化脉络的回溯分析，在趋势预测等场景中可能受引文时滞影响，对最新发表文献存在敏感度不足的局限。

3.4 结果讨论

对表1所列信息资源管理学科主路径文献具体研究内容进行深入分析，可以发现该学科在1993—2022年间遵循着清晰的知识演进脉络，具体可划分为以下6个阶段：

第一阶段：从文献组织向信息资源管理的战略锚定。1993—1998年主路径文献1—5集中探讨了“信息需求”“信息传播”“信息产业”“信息资源”“信息组织”等命题。20世纪末信息化浪潮兴起，促使学科研究重点由传统文献管理转向信息管理。这一时期，探寻信息对社会和机构发展的价值规律上升为学科核心层面[21]，确立了信息作为战略性资源

的学科地位。

第二阶段：知识管理热潮下的认知维度跃迁。1999—2008年主路径文献6—18转向“知识经济”“知识组织”“知识聚类”“竞争知识”等知识管理领域主题。该阶段知识经济高速发展，知识管理研究深入渗透引发研究对象与范式由“信息”向“知识”的转移[22, 23]，推动学科从单纯的资源组织迈向深层的知识挖掘。

第三阶段：复杂系统中的知识网络化与可视化。2009—2014年主路径文献19—26主要涵盖“复杂网络”“共词网络”“可视化”“知识图谱”“网络社区”等知识网络领域知识，见证了社会网络、复杂网络理论与方法的全面引入[24]。通过知识网络构建与可视化技术，学科研究实现了从静态描述向动态关联分析知识演化规律的转型。

第四阶段：数据密集型环境下的科研数据治理响应。面对数据密集型科研（第四范式）的挑战，2015—2016年主路径文献27—30聚焦于“数据级别计量”“数据共享”“数据存缴”与“数据治理”。学科开始关注科研数据的全生命周期管理[25]，在开放科学环境下实现从管理“结果文献”到治理“过程数据”的功能扩展。

第五阶段：大数据冲击下的学科边界重构与再定义。2017—2020年主路径文献31—37系统探讨大数据时代对学科“研究对象”“情报分析”“知识体系”“教育变革”等的发展影响。面对外部环境的剧烈冲击，学科通过对核心价值与知识体系的深度内省，在数据浪潮中重新界定了自身的专业边界与学科方位。

第六阶段：新文科背景下的学科交叉与人文回归。2021—2022年位于主路径汇节点的文献38—44展示了学科向“数字人文”“健康信息学”等领域的深度嵌入。在《新文科建设宣言》等政策推动下，学科不仅通过智能计算拓展了研究疆域，更在社会化服务中实现了人文关怀的回归，预示学科交叉研究的巨大潜力。

综观1993—2022年信息资源管理学科更名前三十年的演进历程，其知识图景呈现出明显的“范式更迭—技术驱动—领域融合”特征。从演化路径来看，该学科首先在20世纪90年代完成从传统文献组织向信息资源管理的战略转向，确立了信息作为核心生产要素的学科地位；随后在知识经济浪潮中实现向知识管理范式的认知跃迁，并借助复杂网络与可视化技术，推动研究手段从“经验描述”向“科学计算”转型；进入大数据时代，学科进一步深耕科研数据治理与全生命周期管理，在应对数据密集型环境冲击的过程中，完成了学科边界的重构与自我身份的再定义；在新文科背景下，学科通过向数字人文、健康信息学等领域的深度渗透，展现出强劲的跨学科辐射力与人文关怀的回归。从演化动力来看，学科知识结构的每一次深刻嬗变，均与信息基础环境的变革同频共振。这既体现了学科对时代需求的敏锐感知，也映射出一代代学者探索前沿、主动求变的学术精神。从理论意义来看，这三十年的演进脉络清晰地证明学科更名并非偶然的行政更迭，而是其知识谱系在研究对象、方法论及社会职能等维度上长达三十年逻辑演进后的必然结果与理论定格。

4 结语 /Conclusion

在大科学时代知识流动加速与演化路径复杂化的背景下，本文提出并构建融合直引、耦合与共被引关系的引文多元关系网络，并从强度与连通性双重维度优化主路径搜索模型。以信息资源管理学科为例进行实证研究，通过与传统直引网络的主路径分析方法对比发现，本文方法在拓宽关键文献识别范围、提升主路径文献结构代表性、增强知识演化脉络的连贯性与精细度等方面具有一定优势。同时，实证轨迹清晰揭示了该学科更名前三十年遵循从“信息资源管理战略锚定”到“知识管理认知跃迁”，经由“知识网络可视化转型”与“科研数据治理响应”，最终向“大数据环境边界重构”及“新文科交叉回归”的演进逻辑，呈现出“范式更迭—技术驱动—领域融合”的动态知识图景。

受篇幅与数据获取等限制，本文尚存以下不足：①目前实证领域仅聚焦信息资源管理单一学科，方法在更多学科及跨学科知识流动监测中的普适性有待进一步检验；②边强度公式中三种关系的权重赋值仍带有一定主观性，后续将尝试结合敏感性分析与数据驱动的自适应权重学习加以优化。

参考文献/Reference：

[1] HUMMON N P, DEREIAN P. Connectivity in a citation network: the development of DNA theory[J]. Social networks, 1989, 11(1): 39-63.

[2] PRICE D J. Networks of scientific papers[J]. Science, 1965, 149 (3683): 510-515.

[3] YANG S, HAN R, WOLFRAM D, et al. Visualizing the

intellectual structure of information science (2006-2015): introducing author keyword coupling analysis[J]. Journal of informetrics, 2016, 10(1): 132-150.

[4] KOSEOGLU M A, PARNELL J A, YICK M Y Y. Identifying influential studies and maturity level in intellectual structure of fields: evidence from strategic management[J]. Scientometrics, 2021, 126(2): 1271-1309.

[5] 高楠, 周庆山. 基于共被引方法的情报学前沿领域识别与演进趋势分析[J]. 现代情报, 2024, 44(5): 3-19. (GAO Nan, ZHOU Qingshan. Research fronts identification and evolution trend analysis of information science based on co-citation method[J]. Journal of modern information, 2024, 44(5): 3-19.)

[6] BATAGELJ V. Efficient algorithms for citation network analysis [EB/OL]. [2026-07-16]. https://doi. org/10.48550/arXiv. cs/0309023.

[7] 董克, 刘德洪, 江洪, 等. 基于主路径分析的HistCite结果改进研究[J]. 情报理论与实践, 2011, 34(03): 113-116. (DONG Ke, LIU Dehong, JIANG Hong, et al. Research on the improvement of histcite results based on main path analysis[J]. Information studies: theory & application, 2011, 34(03): 113-116.)

[8] LIU J S, LU L Y Y. An integrated approach for main path analysis: development of the hirsch index as an example[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2012, 63(3): 528-542.

[9] HYUNSEOK P, CHRISTOPHER L M. Tracing technological development trajectories: a genetic knowledge persistence-based main path approach[J]. Plos one, 2017, 12(1): e0170895.

[10] 刘向, 万小萍, 闫肖婷, 等. 基于引文路径叠加网络的主路径分析[J]. 情报学报, 2019, 38(8): 807-814. (LIU Xiang, WANG Xiaoping, YAN Xiaoting, et al. Main path analysis: a citation path superposition approach[J]. Journal of the China Society for Scientific and Technical Information, 2019, 38(8): 807-814.)

[11] 夏红玉, 胡潜, 王忠义. 基于引文重要性的知识流动主路径分析[J]. 情报学报, 2022, 41(5): 451-462. (XIA Hongyu, HU Qian, WANG Zhongyi. Tracing the knowledge flow main path based on important citations[J]. Journal of the China Society for Scientific and Technical Information, 2022, 41(5): 451-462.)

[12] 隗玲, 刘春江, 许海云, 等. 基于文献关联属性的引文网络主路径识别——以合成生物学领域为例[J]. 情报学报, 2018, 37(4): 351-361. (WEI Ling, LIU Chunjiang, XU Haiyun, et al. Citation network main path identification based on associated attributes of articles: Case study from synthetic biology[J]. Journal of the China Society for Scientific and Technical Information, 2018, 37 (4): 351-361.)

[13] HUANG C, LIU J S, HO M H, et al. Towards more convergent main paths: a relevance-based approach[J]. Journal of informetrics, 2022, 16(3): 101317.

[14] YAN Z, FAN K. A multi-entity reinforced main path analysis: Heterogeneous network embedding considering knowledge proximity[J]. Journal of informetrics, 2024, 18(4): 101593.

[15] 张娴, 曾荣强, 李姝影, 等. 基于多元关系融合的专利技术演化路径识别方法研究[J]. 图书情报工作, 2024, 68(3): 71-84. (ZHANG Xian, ZENG Rongqiang, LI Shuying, et al. Patented technology evolution path identification based on multi-relation data fusion[J]. Library and information service, 2024, 68(3): 71-84.)

[16] PAN T X. The hidden knowledge flow in multilayer networks[J]. Chaos solitons & fractals, 2026, 203(c): 117621.

[17] 李雪思, 张智雄, 王宇飞, 等. 领域知识演化分析方法综述[J]. 数据分析与知识发现, 2024, 8(1): 1-15. (LI Xuesi, ZHANG Zhixiong, WANG Yufei, et al. A review on methods for domain knowledge evolution analysis[J]. Data analysis and knowledge discovery, 2024, 8(1): 1-15.)

[18] MACROBERTS M H, MACROBERTS B R. Problems of citation analysis: a critical review[J]. Journal of the American society for information science, 1989, 40(5): 342-349.

[19] LEYDESDORFF L. Theories of citation ? [J]. Scientometrics, 1998, 43(1): 5-25.

[20] SHIBATA N, KAJIKAWA Y, TAKEDA Y, et al. Comparative study on methods of detecting research fronts using different types of citation[J]. Journal of the American Society for Information Science & Technology, 2010, 60(3): 571-580.

[21] 冯惠玲. 从文献管理到基于信息资源的管理——图书情报与档案管理学科的创新发展之路[J]. 情报资料工作, 2013(3): 6-10. (FENG Huiling. From document management to information resources-based management: Innovative development of the science of library, information and archive management[J]. Information and documentation services, 2013(3): 6-10.)

[22] 邱均平, 段宇锋. 论知识管理与图书情报学的变革[J]. 中国图书馆学报, 2003(2): 4-8. (QIU Junping, DUAN Yufeng. On knowledge management and the transformation of library and information science[J]. Journal of library science in China, 2003 (2): 4-8.)

[23] 王琳, 赖茂生. 中国科技情报事业回顾与展望:基于情报学理论的视角[J]. 中国图书馆学报, 2021, 47(4): 28-47. (WANG Lin, LAI Maosheng. Review and prospect of scientific and technical information enterprise in China: From the perspective of information science theories[J]. Journal of library science in China, 2021, 47(4): 28-47.)

[24] 滕广青, 白淑春, 韩尚轩, 等. 基于无标度与分形理论的层次知识网络原理解析[J]. 图书情报工作, 2017, 61(14): 132-140. (TENG Guangqing, BAI Shuchun, HAN Shangxuan, et al. Analysis on the principle of knowledge network at level based on scale-free and fractal theory[J]. Library and information service, 2017, 61(14): 132-140.)

[25] 姜鑫, 马海群. 2014年我国图书情报学研究进展述评——基于CSSCI来源期刊的文献计量分析[J]. 现代情报, 2016, 36(4): 170-177. (JIANG Xin, MA Haiqun. Review of the Research Progress of Library and Information Science in China——A Bibliometrics Analysis of CSSCI Indexed Articles in 2014[J]. Journal of modern information, 2016, 36(4): 170-177.)

作者贡献说明 /Author contributions：

王浩：数据处理及论文撰写；

陈鑫：论文修改；

彭兆祺：论文修改；

杨杰：论文修改；

邓三鸿：论文指导与修改。

Analysis of Key Knowledge Paths in a Discipline Based on the Integration of Multiple Citation Relationships and a Dual-Dimensional Model: The Case of Information Resources Management

Wang Hao[1,2] Chen Xin[1,2] Peng Zhaoqi[1,2] Yang Alex-Jie[1,2] Deng Sanhong[1,2]

[1]School of Information Management, Nanjing University, Nanjing 210023

[2]Key Laboratory of Data Engineering and Knowledge Services in Provincial Universities (Nanjing University), Nanjing 210023

Abstract: [Purpose/Significance] Precisely identifying the critical nodes and core evolutionary paths of a discipline is of significant theoretical value and practical importance for deeply understanding the dynamic evolution of the disciplinary knowledge structure and grasping its future development direction. **[Method/Process]** To address the limitations of traditional methods in capturing implicit knowledge associations, this paper proposes a framework for identifying critical disciplinary knowledge paths by integrating multiple citation relationships and a dual-dimensional search model. Firstly, a temporally directed multi-relational citation network is constructed by integrating direct citations, co-citations, and bibliographic coupling of disciplinary literature, achieving a structural representation of explicit and implicit associations. Secondly, the main path search model is optimized from the dual dimensions of local association strength and global connectivity to identify the disciplinary knowledge backbone that possesses both thematic coherence and structural centrality. An empirical analysis is conducted using data from five CSSCI journals in the Information Resources Management discipline spanning 1993—2022. **[Result/Conclusion]** The research demonstrates that this method has certain advantages in expanding the identification boundary of critical nodes, enhancing the representativeness of the main path structure, and improving the coherence and granularity of the knowledge evolution trajectory. The empirical trajectory clearly reveals the evolutionary logic of the discipline in the thirty years before its renaming, progressing from the "strategic anchoring of information resources management" to the "cognitive shift in knowledge management," passing through the "transformation of knowledge network visualization" and the "response to scientific data governance," and ultimately evolving towards the "boundary reconstruction in the big data environment" and the "cross-integration return of new liberal arts." This presents a dynamic knowledge landscape characterized by "paradigm shifts, technology-driven development, and domain convergence." **[Innovation/Value]** The main innovations of this study are threefold. First, it introduces a hybrid citation network that integrates direct citations, co-citations, and bibliographic coupling relationships, overcoming the inability of single-relation models to capture implicit knowledge associations. Second, it proposes a dual-dimensional main path search model combining local association strength and global connectivity, which balances thematic coherence with structural centrality, thereby enhancing the interpretability and representativeness of the extracted paths. Third, the 30-year longitudinal empirical analysis of the Information Resources Management discipline reveals the dynamic knowledge landscape of the field, evolving from "strategic anchoring of information resources management" through "technology-driven phases" toward "datafication and interdisciplinary convergence." This provides a transferable methodological tool for science mapping and history-of-science studies. **[Insufficient/Improvement]** Due to limitations in scope and data availability, this paper has the following shortcomings. First, it only focuses on the single discipline of Information Resources Management, and the generalizability of the method to other disciplines requires further verification. Second, the determination of weights for the three types of relationships in the edge-strength formula remains somewhat subjective. Future research should optimize the weighting scheme through sensitivity analysis or data-driven adaptive weight learning. To address these limitations, subsequent research will expand empirical studies to multiple disciplines and continuously improve the model.

Keywords: multiple citation relationships knowledge network main path analysis disciplinary knowledge evolution

*This work is supported by the National Social Science Fund of China project titled "Prediction Research on Disruptive Paradigm Shift Through Mining of Domain Collective Intelligence" (Grant No. 25ATQ008), and by the 2025 Special Project on "AI General Education Teaching Reform Research" for Universities and Colleges in Jiangsu Province titled "Research on a Multidimensional Quality Evaluation Model for AI General Education Courses" (Grant No. 2025AIGE011).

Author(s): Wang Hao, Doctoral Candidate; Chen Xin, Doctoral Candidate; Peng Zhaoqi, Doctoral Candidate; Yang Alex-Jie, Doctoral Candidate; Deng Sanhong, Associate Dean, Professor, PhD, Doctoral Supervisor, Corresponding Author, E-mail: sanhong@nju.edu.cn.

Received: 2026-03-19 Revised: 2026-06-03 Pages: 2026-0902