

基于专利共现网络的关键技术识别研究

娄金沅

江苏大学科技信息研究所, 江苏 镇江

收稿日期: 2025年2月17日; 录用日期: 2025年2月27日; 发布日期: 2025年3月31日

摘要

关键技术的识别对于国家、企业进行政策制定、创新研发等能够提供一定的情报支撑。本研究利用专利文献的IPC分类号构建专利共现网络, 通过中心性指标识别和筛选排名前TOP 10的关键技术, 并进行技术主题评价。以电子商务系统技术领域为例进行研究, 最终识别出10项电子商务系统关键技术和商业流程数字化(G06Q30)、垂直行业解决方案(G06Q50)、支付体系(G06Q20)以及数据安全(H04L9)四大主要技术方向, 通过对文献和行业报告的调研比对, 初步验证方法的可操作性和有效性。

关键词

专利, 关键技术, 专利共现网络, 电子商务系统

Research on the Identification of Key Technologies Based on the Patent Co-Occurrence Network

Jinyuan Lou

Institute of Science and Technology Information, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: Feb. 17th, 2025; accepted: Feb. 27th, 2025; published: Mar. 31st, 2025

Abstract

The identification of key technologies can provide certain intelligence support for policy formulation, innovative research and development of countries and enterprises. This study utilizes the IPC classification number of patent literature to construct a patent co-occurrence network, identifies and screens the TOP 10 key technologies through centrality indicators, and conducts technical topic evaluation. Taking the field of e-commerce system technology as an example for research, 10 key

technologies and digitalization of business processes (G06Q30), vertical industry solutions (G06Q50), payment systems (G06Q20), and data security (H04L9) were identified as the four main technical directions of e-commerce systems. Through literature review and industry report comparison, the operability and effectiveness of the methods were preliminarily verified.

Keywords

Patents, Key Technologies, Patent Co-Occurrence Networks, E-Commerce Systems

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

信息技术的快速发展深刻改变了社会结构和生产消费方式，技术创新成为了核心竞争焦点，而关键技术在产业发展中扮演着至关重要的角色。它往往处于产业链和创新链的核心位置，能够推动产业转型升级。专利文献是技术创新的最主要载体，记录了技术发展变革的过程。对大量专利的挖掘与分析不仅可以了解技术发展态势、评估技术价值、辅助技术人员研发生产，也可用于技术识别及预测技术发展。电子商务作为 21 世纪的新型交易方式，从深层次变革了传统的购物、交易渠道，已经成为我国经济社会发展必不可少的一部分。因此，本研究以电子商务系统专利数据为例，提出了一种基于专利共现网络的关键技术识别方法，在此基础上识别出电子商务系统关键技术并对其技术主题含义进行解读，从而为研发生产提供参考。

2. 文献综述

关键技术对于提高我国科技实力、保障国家安全具有重要意义。它既可以是基础元件或原材料，也可以是一种系统设计。当前，我国在众多技术领域还需要进一步加强自主创新、加快技术攻关。关键技术的识别不仅能够把握产业发展趋势，还能进一步指导技术发展方向。目前，对于关键技术尚未形成统一的概念共识。在大部分时候，关键技术强调的是技术的重要性，不同学者研究的侧重点也有所不同。时畅[1]认为关键技术具有基础性和发展性；王燕鹏等[2]认为关键技术是热点技术、共性技术和潜在新兴技术的合集；高敏[3]则认为关键技术是“在某一技术领域内占据重要地位并具有引领作用的重要技术门类”。值得肯定的是，无论学者从何方向对关键技术进行剖析，关键技术必然是具有一定重要意义的。因此，本文借鉴高敏[3]对于关键技术的定义指导关键技术的识别。

自上世纪 90 年代起，对于关键技术的识别研究就已经开始了，各国也陆续开展了各种关键技术识别项目，以支撑国家或产业的创新发展。目前，关键技术识别的研究方法主要可以分为主观评价的专家经验法[4] [5]和利用客观数据分析的指标评估法[6] [7]以及网络分析法。早期研究关键技术识别主要依赖于专家的主观认识和判断，只适用于数据量较少的情况。随着技术的不断发展壮大，指标评估法则提供了一种量化分析的思路，通过对各项指标的综合评价筛选关键技术；但指标体系的建立与权重设计常常存在一定的主观性，难以细粒化的捕捉技术创新点。为了更加准确、有效地识别关键技术，指标评估法通常需要结合网络分析、文本挖掘等方法使用。因此，本研究基于专利数据结合指标评估和网络分析的方法对电子商务系统中的关键技术进行筛选，揭示电子商务系统的研发态势，以期对电子商务系统的技术研发和产业创新起到推动作用。

3. 研究方法

本研究围绕关键技术识别问题,提出基于专利网络中心性融合的评价方法。首先,从专利数据库获取目标领域专利数据,通过 IPC 分类号共现构建无向加权网络,节点表征技术实体,边权反映技术关联强度。其次,运用 networkx 计算度中心性、接近中心性、介数中心性和特征向量中心性四类指标,采用 Z-score 标准化消除量纲差异,通过熵权法确定指标权重(传统等权法作为对照),构建关键技术评价模型。进一步地,基于 PyVis 实现网络交互可视化,结合综合得分筛选 TOP 10 关键技术节点,并回溯技术发展脉络验证节点。本研究突破传统单一指标分析的局限性,融合复杂网络分析,构建专利共现网络,支撑企业技术布局与政府创新决策。

3.1. 专利共现网络构建

本研究基于专利 IPC 分类号构建专利共现网络。IPC 分类号是国际通用的专利文献分类号码,它采用功能和应用相结的分类原则,方便使用者检索专利。通常一个专利具有多个 IPC 分类号。在提取数据时,清洗合并同族专利,提取每项专利的 IPC 分类号作为技术实体标识。通过 Python 软件利用自编的代码,对 IPC 对的联系关系进行统计,即两个 IPC 分类号同时出现在一个专利中时,视为存在技术关联,并进行计数,构建二元矩阵。为了减少专利网络的稀疏度,在处理完成后,保留 IPC 分类号的前 4 位核心分类码(即精准到大组)。通过矩阵转置运算生成技术共现频次矩阵,设置共现频次阈值过滤偶然性关联,保留具有统计显著性的技术关联对。导入数据构建无向加权网络模型,节点代表技术领域,边权值采用对数函数转换处理以平衡高频共现的绝对差异。网络拓扑结构通过 Python 的 NetworkX 库实现,使用 PyVis 工具进行可视化呈现,其中节点尺寸映射技术关联广度,边透明度反映关联强度。

3.2. 识别指标体系

将 PyVis 生成的交互式网络转换为 NetworkX 加权图对象,保留原始边权信息。其中节点表征 IPC 技术分类,边权值通过公式(1)计算,该处理使得边权范围标准化至[1, 10],避免极端值对路径计算的干扰。

$$w_{ij} = \frac{\text{共现频次}}{\max(\text{频次})} \times 10 \quad (1)$$

为全面评估技术节点的影响力,本研究构建四维中心性评价体系:度中心性(Degree Centrality)通过计算节点连接边数占总可能边数的比例来表征与该技术的直接关联程度;接近中心性(Closeness Centrality)反映了技术传播效率;介数中心性(Betweenness Centrality)统计了节点出现在所有技术对最短路径中的频次占比,用于衡量技术中介作用;特征向量中心性(Eigenvector Centrality)则评估技术网络地位,基于相邻节点重要性的迭代计算赋予权重。针对无向加权网络特性,采用 NetworkX 库的加权算法实现,其中边权值参与最短路径计算。为避免量纲差异导致的指标偏差,运用 Z-score 标准化方法对各指标进行正态化处理,如公式(2)所示,其中 μ 为第 k 项指标的均值, σ_k 为标准差:

$$Z(x_{ik}) = \frac{x_{ik} - \mu_k}{\sigma_k} \quad (2)$$

建立等权重综合评价体系,最终依据得分降序排列,筛选前 10 位作为关键技术节点。如公式(3)所示。

$$S_i = \frac{1}{4} \sum_{k=1}^4 Z(x_{ik}) \quad (3)$$

该模型突破单一指标的局限性，从技术扩散能力(度)、控制能力(介数)、传播效率(接近度)和网络地位(特征向量)四个维度实现技术影响力的多角度测度。

4. 实证分析

4.1. 数据来源与处理

本研究数据来源于“壹专利”专利数据库，检索时间为 2025 年 1 月 17 日，采用关键词检索的策略，选取发明专利(包括发明授权和发明申请)，合并简单同族专利后对数据进行汇总、去重和清理，最终检索得到 1969 条电子商务系统相关专利数据。

4.2. 技术发展趋势

从 1995 年至今，电子商务系统发明专利申请量整体呈现较为稳定的波动态势(由于专利公开存在一定的滞后性，近两年数据有所偏差)。我们可将其划分为四个主要时期：① 1995 年~1999 年为萌芽探索期，这一时期专利申请量较少，互联网基础设施尚未完善，我国电子商务的发展也才刚刚起步，企业开始进行基础架构探索，并建立网站开始试点运用；② 2000~2004 年为爆发式增长期，2000 年申请量激增至 264 件，达到历史峰值。这一时期资本市场大量涌入，催生了 B2B/B2C 模式的快速创新，同时阿里巴巴、易趣网、京东等电子商务平台的出现也助推了电子支付、在线交易系统等技术的发展，但专利申请量随后出现较大程度降幅，可能是早期技术方案存在商业落地困难；③ 2005~2015 年为弹性调整期，年度申请量在 30~80 件区间波动，形成技术沉淀，此外在移动互联网、云计算等技术推动下，电子商务系统专利申请主题逐渐聚焦于移动支付、安全认证、个性化推荐等方面；④ 2016~2024 年为转型成熟期，随着人工智能、大数据技术的商业化应用，电子商务系统申请量再次形成次高峰，此外深度学习算法也在推动智能客服、精准营销、供应链优化等方向的技术突破，电子商务系统技术创新呈现多维度融合升级态势，不断向新兴领域延伸。

4.3. 技术竞争主体

在电子商务领域，专利权人的机构分布见表 1 所示。日本电气、日立集团、京东、阿里巴巴、谷歌等国际大型集团等为该技术领域引领者，在申请地域分布上主要以中国(41.7%)、韩国(23.9%)、日本(16.7%)和美国(9.3%)的申请人居多。我国创新主体排名靠前的企业具有较为明显的区域化集群特征，主要分布于湖南长沙、广东深圳等地，形成地域性技术生态。以湖南长沙区域为核心的申请人大多为中小型企业，平均专利价值度为 25.6，专利维持期大多为 3~4 年，其技术主题主要涉及电子商务系统的核心功能(如金融支付、分销等)、技术架构(如多端整合、云计算等)以及具体场景引用(如农产品电商、农村信息服务)等。以广东深圳为中心的申请人中，个人与大型企业的占比较重，平均专利价值度 37.6，专利维持期也更长，其技术主题包含个性化推荐与信息展示(用户行为分析、个性化信息展示、商品推荐算法、用户画像等)、信用与评价系统(如交易评价等)、支付与安全认证等，这也源于广东具有较多的高新技术企业(如腾讯、华为)和电子商务平台。

Table 1. Statistical table of patent owners of electronic commerce system

表 1. 电子商务系统专利权人统计表

专利权人(机构树)	计数	占比
日本电气集团	22	1.1%
湖南易分销电子商务有限公司	21	1.1%
日本电信电话集团	21	1.1%

续表

IBM	20	1.0%
长沙海商网络技术有限公司	20	1.0%
日立集团	17	0.9%
松下电器	17	0.9%
佳能	15	0.8%
齐心集团	15	0.8%
京东	13	0.7%
索尼公司	12	0.6%
美国亚马逊 AMAZONCOM	11	0.6%
东芝	10	0.5%
阿里巴巴	9	0.5%
三菱集团	9	0.5%
富士通	8	0.4%
谷歌	8	0.4%
湖南移商动力网络技术有限公司	8	0.4%
四川易想电子商务有限公司	8	0.4%
腾讯	8	0.4%
湖南聚宝盆网络技术有限公司	7	0.4%
夏普集团	7	0.4%
建设银行	6	0.3%
林楠桂	6	0.3%
长沙搜博网络科技有限公司	6	0.3%

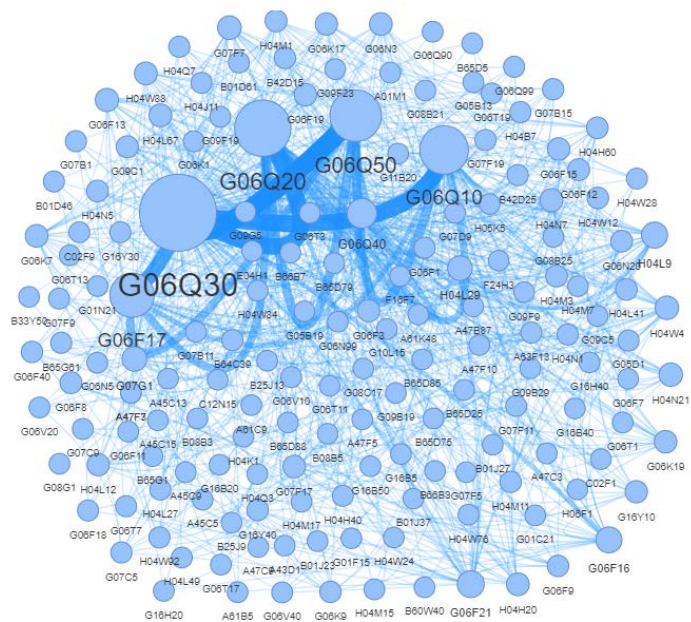


Figure 1. Electronic commerce system technology domain co-occurrence network
图 1. 电子商务系统技术领域共现网络

4.4. 关键技术识别结果

进一步对电子商务系统关键技术进行分析,通过构建专利共现网络(见图 1),可以得到 G06Q30-G06Q50、G06Q20-G06Q30、G06Q10-G06Q30、G06F17-G06Q30、G06Q10-G06Q50 具有较高的共现程度。通过计算节点的中心性,我们得到了 TOP10 的关键技术领域,分别为:G06Q30(专门适用于商业的信息和通信技术[ICT])、G06Q50(特别适用于特定商业行业的系统或方法)、G06Q20(支付体系结构、方案或协议)、G06Q10(专门适用于行政、管理的信息和通信技术[ICT])、G06F17(特别适用于特定功能的数字计算设备或数据处理设备或数据处理方法)、G06Q40(金融;保险;税务策略;公司或所得税的处理)、G06F16(信息检索;数据库结构;文件系统结构)、H04L9(保密或安全通信装置;网络安全协议)、G06F21(防止未授权行为的保护计算机、其部件、程序或数据的安全装置)、G07G1(现金登记器)。

G06Q30、G06Q50、G06Q20、G06Q10、G06Q40 均属于 G06Q(即专门适用于行政、商业、金融、管理或监督目的的信息和通信技术[ICT]),揭示了电子商务系统的技术重心集中于商业流程数字化、垂直行业解决方案和支付体系三大方向,应用较为广泛。其中,G06Q30 这一类技术是电子商务系统中最核心的、最主要的技术,从其发展脉络来看早期的电子商务系统主要是对其基础系统框架的搭建与支付安全,聚焦于电子支付体系、交易安全协议、基础平台架构,如“电子商务系统中的支付和交易”(US6029150A)、“电子商务系统、订单结算方法及记录介质”(JP2000163480A)等,这一技术发展极大推动了互联网商业化浪潮。而后,电子商务系统融合移动化与社交化,并逐渐出现商品推荐,如“使用虚拟现实模拟的电子商务系统及其方法”(KR20010105511A)、“具有可访问的全球信息和可用的特定信息及控制的电子商务系统和方法”(AU2001250885A1)等。随着智能手机的普及,社交媒体用户不断扩大,电子商务系统在 AI 驱动下,向智能化与生态化扩展。如“一种基于大数据和云计算的电子商务系统”(WO2018195962A1),具有良好的扩展能力并且便于维护,便于商品数据共享,使用方便。基于云计算与 AI 算法的突破,这一阶段全球化贸易与供应链复杂度提升,新型供应链与电商系统层出不穷。

G06F17、G06F16、G06F21 均属于 G06F(电数字数据处理)小类。G06F17 类技术聚焦于电子商务系统中的数据计算与处理方法,是实现智能化决策与自动化运营的核心支撑。例如,专利“实现双向电子商务的方法和设备”(CN1319818A)可实现买卖双方进行双向协商;专利“双向撮合的电子商务系统”(CN1376997A)通过双向检索技术匹配供需方,构建立体式网络沟通平台。信息检索技术(G06F16)是提升用户体验与平台效率的关键。在专利共现网络中,G06F16 与 G06Q30 具有高关联强度,表明其与商业流程数字化深度耦合。典型应用包括商品搜索引擎优化和个性化推荐系统的构建。例如,专利“使用语义分类信息进行动态数据库重定向”(TWI227425B)通过自然语言处理技术解析用户查询意图,显著提高搜索准确率;“一种个性化信息展示的方法”(CN101009009B)通过自定义设计信息展示方案,由网络媒介浏览器进行解析完成信息展示。随着网络风险加剧,G06F21 类技术在网络地位中也占据重要地位。该领域专利主要涉及用户隐私保护、交易防欺诈和系统漏洞防护。例如,专利“基于区块链的安全性高的电子商务系统”(CN112507379B)基于区块链根据订单数据占用的内存进行合理化分配提高电子商务系统安全性。

H04L9 类技术聚焦于加密通信与身份认证,具有较高的接近中心性(0.90),反映了技术扩散的高效性。例如,专利“一种无线电子验证系统以及操作无线电子验证系统的方法”(CN1345494B)设置了数字内容证书和数字许可证书。而 G07G1(现金登记器)作为硬件技术节点,体现了线上线下融合趋势,技术满足各种场景消费需求,其战略价值不容忽视。

5. 结果讨论

本研究通过构建专利共现网络与多维中心性指标体系,识别出电子商务系统领域的十大关键技术节

点(G06Q30、G06Q50、G06Q20 等)。结果显示,电子商务系统技术创新的核心集中于商业流程数字化(G06Q30)、垂直行业解决方案(G06Q50)、支付体系(G06Q20)以及数据安全(H04L9)四大方向。其中,G06Q30 占据技术生态的核心枢纽地位,表明其在技术扩散与网络影响力上具有不可替代性。这一结果印证了电子商务系统从基础交易功能向智能化[8] [9]、生态化升级[10] [11]的发展趋势。此外,硬件技术节点 G07G1 (现金登记器)尽管其专利数量占比不高,但其较高的介数中心性(0.43)表明其在技术链中承担关键中介角色,支撑新型消费场景的支付闭环构建。H04L9 (安全通信)的接近中心性(0.90)显著高于其他节点,反映其在技术传播效率上的优势,这与近年来数据泄露事件频发背景下安全技术需求激增的行业现状一致[12]。

6. 研究展望

本研究基于专利文献采用专利共现网络识别关键技术,为企业技术研发或相关部门政策制定提供参考,并以电子商务系统技术领域为例,得到 G06Q30、G06Q20、G06F17、G06Q40、G06F16、H04L9、G06F21、G07G1 关键技术。不足之处在于:① 专利数据具有一定滞后性,仅采用专利数据,缺乏不同类型的数据来源,未来可结合论文或行业报告进行分析。② IPC 分类号对于技术主题分析的颗粒度较粗,仅反映技术功能属性,难以捕捉技术间语义关联,后续可引入文本分析增强技术关联识别。

基金项目

本文系江苏大学第二十二批学生科研课题立项一般项目“基于专利信息挖掘的产业共性技术识别研究”(编号:Y22C054)的研究成果之一。

参考文献

- [1] 时畅. 基于专利分析的智能驾驶领域关键技术主题识别与演化分析[D]: [硕士学位论文]. 上海: 华东师范大学, 2024.
- [2] 王燕鹏, 韩涛, 陈芳. 融合文献知识聚类 and 复杂网络的关键技术识别方法研究[J]. 图书情报工作, 2020, 64(16): 105-113.
- [3] 高敏. 多理论视角下基于专利大数据的关键技术识别与预测[D]: [硕士学位论文]. 镇江: 江苏大学, 2022.
- [4] 田雪姣, 鲍新中, 杨大飞, 等. 基于熵权-TOPSIS-德尔菲法的核心技术识别研究——以芯片产业技术为例[J]. 情报杂志, 2022, 41(8): 69-74, 86.
- [5] 郑国雄, 李伟, 刘溉, 等. 基于德尔菲法和层次分析法的“卡脖子”关键技术甄选研究——以生物医药领域为例[J]. 世界科技研究与发展, 2021, 43(3): 331-343.
- [6] 李维思, 谭力铭, 章国亮, 等. 基于多源信息融合的产业链关键核心技术主题识别研究——以人工智能领域为例[J]. 信息资源管理学报, 2022, 12(1): 116-126.
- [7] 张彪, 董坤, 田常伟, 等. “双链”融合视角下关键核心技术分析框架及应用研究——以山东省区块链产业为例[J]. 情报理论与实践, 2023(11): 133-142.
- [8] 吕艳梅, 邢亚男. 基于智能化电子商务系统的 B2C + O2O 网站双运行管理模式的研究[J]. 科学技术创新, 2017(24): 106-107.
- [9] 张冬青. 电子商务发展的智能化需求[J]. 求是学刊, 2011, 38(3): 59-63.
- [10] 刘慧娟, 刘晓敏, 李维刚, 等. 电子商务生态系统研究文献的可视化分析[J]. 商场现代化, 2024(5): 34-38.
- [11] 汪怡, 刘晓云, 何军. 基于商业生态视角的电子商务服务平台竞争力评价研究[J]. 情报科学, 2014, 32(6): 39-42, 50.
- [12] 王勇睿. 浅析网络支付安全“三大支柱”的现状与挑战[J]. 数字技术与应用, 2023, 41(1): 217-219.