

• 管理论坛 •

# 基于文献计量的我国区块链研究的 知识网络与结构分析

汪园 王学东 李金鑫

(华中师范大学信息管理学院, 湖北 武汉 430079)

**(摘要)** 区块链是分布式数据存储、点对点传输、共识机制、加密算法等计算机技术在互联网时代的创新应用模式。目前已经引起国内外各界的广泛关注, 成为技术创新的热点名词。本文基于客观数据分析了区块链研究的发展态势和阶段、学科分布和结构、研究热点和趋势等, 旨在为我国后续的区块链研究和发展提供参考。本文以 CNKI 中国学术期刊网络出版总库的相关研究论文为依据, 运用文献计量方法以及 Citespace 等可视化软件对区块链研究现状的知识网络和理论结构进行了分析。分析结果表明: 区块链研究发文量从 2015 年开始呈现出爆发式的井喷状态, 结合当前政策环境显示, 目前区块链的发展还处于探索和研究阶段, 因此研究论文中科普评论类文献比重较大; 从研究的知识网络与结构来看, 区块链研究形成了计算机科学、工程学以及电信科学、自动化技术为依托的技术学科群和以金融、能源与动力工程、工业制造、供应链管理、文化教育、医药卫生等众多应用学科群; 这些学科结构要素共同形成了区块链研究中技术基础、技术应用以及社会宏观效应三大层面的研究热点。

**(关键词)** 区块链; 学科分布; 知识网络; 研究热点; 文献计量

DOI: 10.3969/j.issn.1008-0821.2018.01.022

(中图分类号) G203 (文献标识码) A (文章编号) 1008-0821 (2018) 01-0147-07

## Research of Knowledge Network and Structure of Blockchain Research Based on Bibliometrics

Wang Yuan Wang Xuedong Li Jinxin

(College of Information Management, Central China Normal University, Wuhan 430079, China)

**(Abstract)** Blockchain, as an innovative application model of computer technology, including distributed data storage, peer to peer transmission, consensus mechanism and encryption algorithm, has attracted widespread attention from both domestic and overseas, and has become a hot topic of technological innovation. On the basis of objective literature data of blockchain, this paper analyzed the development stage and trend of literature quantity, discipline distribution structure, research hotspots and tendencies of block chain research, so as to provide reference for further research and development of block chain in china. To make an analysis of current situation and research trend of blockchain research, achieving the purpose of researching on the knowledge network and theoretical structure of blockchain, this paper applied bibliometrics method to analyze the research papers of blockchain in the past eight years in CNKI by means of knowledge mapping generated by citespace. The results showed that the number of blockchain research papers had showing a sudden blowout since 2015. Combining the current policy and economic environment, it was concluded that the studies on blockchain in China were still at the initial stage and the study at present was more found in articles which are introductory or commentary. In the view of knowledge network and structure research, the blockchain research based on the technical subject group consisted of Computer Science, Electronic Information Engineering and automation technology, and the applied subject group consisted of Finance, Energy and Power Engineering, Industrial Manufacturing, Supply Chain Management, Culture Education, etc. These subject structural elements of knowledge shaped the blockchain research, formed three hotspots of technology, application and social macro effects.

**(Key words)** blockchain; discipline distribution; knowledge network; research hotspots; bibliometrics

收稿日期: 2017-07-24

基金项目: 国家社会科学基金重点项目“大数据环境下战略性新兴产业的信息资源服务创新研究”(项目编号: 15ATQ007)。

作者简介: 汪园(1990-), 女, 博士研究生, 研究方向: 知识服务、专利分析。王学东(1954-), 男, 教授, 研究方向: 电子商务与信息化、知识工程与知识服务。李金鑫(1991-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 信息资源融合。

区块链起源于比特币为代表的数字加密货币体系的核心支撑技术,究其本质是基于分布式网络构建的集体协作数据库技术。区块链作为一种全新的去中心化基础架构与分布式计算范式,是分布式数据存储、点对点传输、共识机制、加密算法等计算机技术在互联网时代的创新应用模式<sup>[1]</sup>。区块链具有去中心化、不可篡改、可追溯等特性,对货币系统、金融系统乃至宏观社会系统中数据流通和共享等关键环节意义重大,近年来已成为联合国、国际货币基金组织等国际组织以及多国家政府研究讨论的热点。

目前关于区块链的研究主要集中在 3 个方面:一是对区块链原理、技术及特征的基础性研究主要包括对区块链技术发展现状、技术优劣势以及发展趋势的研究<sup>[2-3]</sup>。二是区块链在金融领域的应用研究,主要包括对区块链金融理论<sup>[4-5]</sup>、模式<sup>[6-7]</sup>、和技术应用实践<sup>[8-9]</sup>及前景<sup>[10-11]</sup>的分析;区块链对互联网金融的影响研究<sup>[12-14]</sup>;区块链在银行业的应用原理、模型和发展趋势的研究<sup>[15-17]</sup>。三是区块链在其他学科中的应用研究。如从能源互联网的多模块协同自治模式<sup>[18]</sup>、电网互动的技术支撑框架<sup>[19]</sup>和电力交易和阻塞管理<sup>[20]</sup>等方面分析了区块链在能源领域的应用;从数据交换信息链<sup>[21]</sup>、数据安全共享<sup>[22]</sup>、采样机器人数据保护方法<sup>[23]</sup>等方面分析了区块链技术的不可篡改和可追溯的特性在大数据安全研究中的应用。

总体而言,尽管区块链研究最近几年才开始出现,但发展迅速,我国区块链研究已构成了一个主要框架为技术原理和应用实践的研究现状。本文在对前面已有区块链研究文献内容梳理的基础上,运用文献计量学方法和相关科学计量工具,对区块链研究的知识结构和网络进行描述性统计和图谱化呈现;基于客观数据分析了区块链研究的发展态势和阶段、学科分布和结构、研究热点和趋势等,旨在为我国后续的区块链研究和发展提供参考。

## 1 研究设计

### 1.1 数据获取

本研究以中文全文数据库 CNKI 作为数据收集来源。作为一个新兴热潮的研究领域,区块链的概念首次出现于 2008 年由中本聪 (Satoshi Nakamoto) 发表的奠基性论文《比特币:一种点对点电子现金系统》<sup>[24]</sup>。作为比特币的底层技术,区块链随着比特币等数字加密货币近年来的快速发展与普及,自 2015 年开始,其相关研究与应用也呈现出爆发式增长态势。因此本研究将数据检索的时间范围设定为 2015-2017 年,检索时间是 2017 年 4 月 1 日。虽然检索时间结点的设置使得 2017 年的数据量不能体现出研究量的年度趋势,但仍可从季度上体现出研究量的变化趋势,且最新数据能更准确地体现出当下研究现状和未来趋势。

对于检索时间起点的设置,也结合了实际试验检索的结果:2012 年及以前检索出全文含有“区块链”这一关键

词的文献为无线局域网安全技术相关文献中提到的“计数器模式及密码区块链信息认证码协议 (Ccmpr)”,而这与本文所探讨的源于比特币的“区块链”并不属于同一概念范畴;2013 年开始,少数的比特币相关研究文献全文中开始涉及和提到“区块链”这一概念,但并无实质上的探讨和研究;直至 2015 年“区块链”这一概念才真正意义上作为研究主题出现于相关研究文献当中。由此可见这一检索时间范围的设定是比较全面和合理的。

通过以“区块链”为“主题”设定,对 CNKI 中国学术期刊网络出版总库以及中国重要会议论文全文数据库进行检索,得到 589 条文献记录。通过对一些与“区块链”无关的文献,以及征稿启事、会议通告、赛事发布等进行去重、筛选等数据清洗,最终得到 465 篇文献。

### 1.2 研究方法

利用科学计量来进行科学知识结构的研究,是科学计量学服务于科学知识管理的一项重要内容,科学文献的作者、关键词等特征项实体从更加精确的角度为科学知识结构研究提供了途径<sup>[25]</sup>。本文以 CNKI 中收录的“区块链”相关文献数据为研究对象,运用文献计量学方法和科学计量工具,对区块链研究的发文趋势、来源分布、学科结构和关键词网络进行描述性统计和图谱化呈现,基于客观数据分析了区块链研究的发展态势和阶段、学科分布和结构、研究热点和趋势等。旨在为我国后续的区块链研究和发展提供参考。

本文呈现的知识图谱是以可视化应用软件 Citespace 进行绘制。Citespace 主要依据共引分析理论和寻径网络算法对文献进行计量学分析,达到对研究领域的解释和预见功能<sup>[26]</sup>。将 465 篇区块链文献的题录数据导入 Citespace,并将分析时间段设置为 2015-2017 年,单个时间分区长度为 1 年,主题词来源为关键词,阈值取前 50 个高频词,得到相应的知识图谱。

## 2 结果分析

### 2.1 研究数量趋势和阶段分析

由于区块链概念的提出是起源于互联网环境下比特币的快速发展,从 2015 年 8 月开始在科技界和金融界迅速兴起。因此关于区块链的研究文献在 2015 年前三季度处于空白状态,直至 10 月开始出现相关研究文献,这与 2015 年 10 月中旬首届全球区块链峰会“区块链—新经济蓝图”的举行不无关联。考虑到年度发文量不能有效呈现出其数量趋势,且区块链相关研究从开始出现到现在呈现出一种突发式的井喷状态,因此本文以季度为时间段来呈现其研究发文量的数量趋势。

对 465 篇期刊论文的内容进行初步梳理归类,发现区块链研究文献可分为两类:科普评论类文献 290 篇和探索研究类文献 175 篇。科普评论类文献内容主要是对区块链

技术知识和应用的梳理和介绍,以及结合当前社会经济背景,对区块链技术本身及其应用的解读和评价,如题名为“区块链:揭开新技术神秘面纱”、“区块链:金融业即将面临的一场革命?”等。探索研究类文献的内容是对区块链研究领域的问题进行挖掘、探讨、分析和实证研究等。如题名为“基于区块链的科技金融模式创新研究”、“基于区块链技术的自动需求响应系统应用初探”等。科普评论类文献与探索研究类文献比例约6:4,这一比例反映出区块链作为一个新崛起的研究领域,其现有研究偏重于初期

技术知识梳理和介绍。具体发文趋势如图1所示,不论是科普评论类还是探索研究类发文量均随时间呈现持续增长的状态,这种高速持续增长态势的维持除了得益于网络经济环境下数字货币的高速发展外,也与国家政策层面紧锣密鼓地进行区块链战略技术的顶层设计和统筹谋划的部署的举措息息相关。2017年第一季度的数据不全而下降,是文献出版发布以及数据库收录流程导致的必然性延迟,并不影响整体文献量增长趋势。

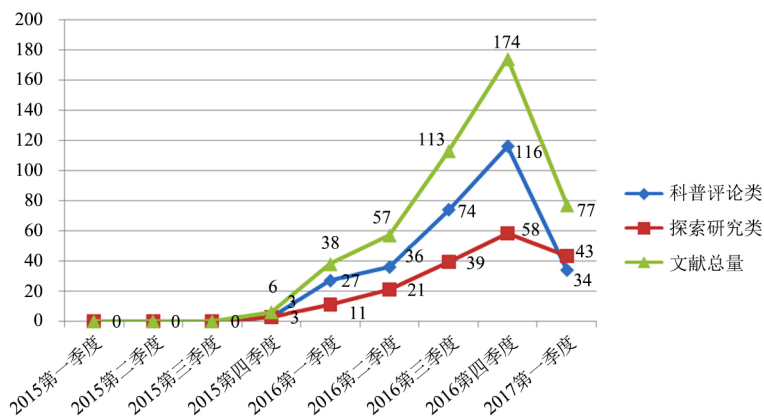


图1 区块链发文量季度变化趋势

早在2015年年底,我国政府相应的金融管理部门和科技信息部门早已开始紧密开展了区块链技术及其产业的探讨和研究。2016年2月,中国人民银行行长周小川就未来数字货币的探讨中表示区块链技术是一项可选的技术,要进一步加大对各种新型创新技术的研究和合理利用。2016年8月5日,区块链技术和产业发展论坛筹备会暨《中国区块链技术和应用白皮书》编写启动会在北京召开。我国工信部信软司司长谢少锋指出,全球正处于新一轮科技革命和产业变革的关键时期,区块链对信息技术产业发展具有重要推动作用。并在接下来的10月19日中国区块链技术和产业发展论坛成立大会上详细探讨了区块链未来的发展,指出区块链的发展有望改变互联网治理模式,推动提升业务流通效率,加速社会数字化的进程,促进各类商品的数字化扩大再生产,有利于制造强国和网络强国等战略的实施。同年12月15日,经李克强总理签批,国务院印发了《“十三五”国家信息化规划》,区块链、人工智能、虚拟现实、大数据认知分析、无人驾驶交通工具、基因编辑等新多项高新技术创新被定义为战略性前沿技术超前布局,来构筑新赛场先发主导优势。2017年1月16日,工业和信息化部、国家发展改革委根据《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》、《中国制造2025》、《国家信息化发展战略纲要》、《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》、《国务院关于深化制造业与互联网融合发展的指导意见》等的部署,经国务院同意,联合制定、印发了《信息产业发展指南》。《指南》提出了

“十三五”时期信息技术服务发展的三方面任务,其中之一就是要加快突破关键技术,针对区块链、人工智能、虚拟现实、增强现实等领域的关键技术,提前布局开展前瞻性、系统性研究工作。

结合研究文献趋势和政策环境现状可看出,目前区块链的发展还处于探索和研究阶段,我国政府正在加紧超前布局区块链,进行区块链顶层设计和统筹谋划的部署,强调了区块链技术的产业革新性和培育相应革新要素的重要性。但在探索和研究阶段,很难将区块链未来发展规划进一步细化到具体的产业发展引导政策和相关法律法规的制定,以及区块链产业在金融、服务等行业的试点应用部署<sup>[27]</sup>。

## 2.2 区块链研究的期刊分布和多学科研究特征分析

对文献信息的来源期刊进行统计,结果显示465篇文献共来自于170种期刊。如图2所示;载文量在5篇以上的18种期刊,共载文196篇,占论文总量的42.15%,表明区块链论文发表的期刊分布较为集中,符合一个新研究领域初期的期刊分布规律。这18种期刊主要分属于两个学科领域:金融和计算机软件及计算机应用,对应区块链研究的应用层面和技术层面。其中金融类包含12种期刊,113篇论文;计算机软件及计算机应用类包含6种期刊,83篇论文。计算机软件及计算机应用类学科领域显示了其作为区块链研究的知识技术基础,金融类学科领域则是区块链研究在技术应用层面的主要热点所在。

同时我们从图2可以发现,区块链研究的主要期刊中并没有以区块链为主要研究对象的针对性刊物或者专刊。

因此其研究暂未形成稳定的主流期刊杂志,而是分布于其技术基础所依赖的计算机技术类期刊以及其应用领域热点所属的金融学领域期刊。

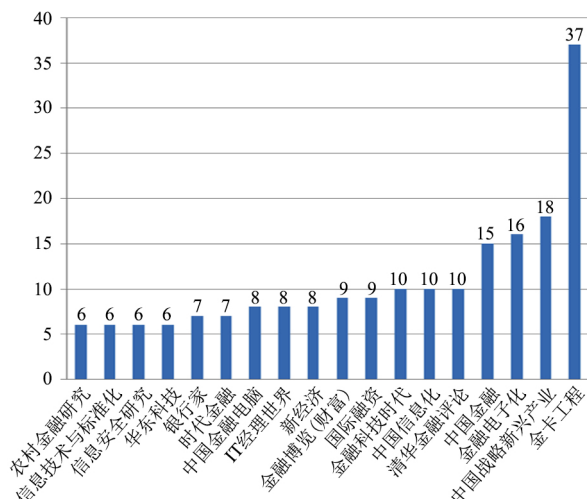


图2 区块链研究主要期刊分布(载文量>5)

以上主要期刊分布只能大致分析出区块链研究的主要学科领域分布,为细化揭示区块链研究的学科特征,我们借助 CNKI 数据库的学科统计功能,大致可见区块链研究文献主要覆盖于金融贸易、计算机软件及计算机应用、信息经济与邮政经济、企业经济、工业经济、保险宏观经济管理与可持续发展、证券投资、动力工程、互联网技术、出版、审计、自动化技术、市场研究与信息等学科领域。为进一步明确区块链研究文献的学科分布,对总共 170 种期刊所属的中图分类号进行统计,可得到文献的主要学科分布情况,如表 1 所示。由此可看出区块链研究具有明显的学科交叉特征。结合前文对文献两大类的内容分析,呈现出两个层面的学科群,一个以计算机科学、工程学以及电信科学、自动化技术为依托的技术层面学科群和一个以金融领域应用为主(典型代表为数字资产交易)、又广泛涉及能源与动力工程、工业制造、供应链、文化教育、医药卫生等众多应用学科。

表 1 区块链文献来源期刊分类号统计表

中图分类号	期刊数(种)	文献数(篇)	中图分类号	期刊数(种)	文献数(篇)
F 经济	84	251	TK 能源与动力工程	3	3
TP 自动化技术、计算机技术	16	35	G2 信息与知识传播	2	2
TN 无线电电子学、电信技术	15	47	T 工业技术	2	46
N 自然科学	13	32	E 军事	1	1
C 社会科学	8	10	R 医药、卫生	1	1
TM 电工技术	8	13	S 农业科学	1	2
D 政治、法律	6	8	TG 金属学与金属工艺	1	1
G4 教育	4	6	TH 机械、仪表工业	1	1
G3 科学、科学研究	3	3	U 交通运输	1	1

## 2.3 区块链的研究进展和热点

关键词是文献核心内容的集中概括,一个学术领域内研究文献的关键词的集合,能够较好地揭示其研究成果的总体内容特征与发展方向<sup>[28]</sup>。对某一主题领域文献构建关键词共现矩阵,利用知识可视化工具形成相互关联的关键词网络,因而可以从社会网络分析的视角将关键词视为网络中相互关联的节点,此时共现则体现为节点之间的直接联系。进行关键词共现网络的分析对于了解一个研究主题的成熟度、知识结构、研究的规模等状况具有非常重要的意义<sup>[29]</sup>。

因此本文通过高频关键词的共现分析和可视化呈现,以揭示区块链领域的研究热点,并以年度对关键词切片显示其时间演化规律,以追踪区块链研究主题的年度进展。如图 3 所示,在区块链研究的关键词共现网络中,关键词之间连线表示其共现关系,以连线粗细显示其共现频次的多少。表 2 给出了区块链研究中词频在 10 次及以上的高频关键词和它们的中心度。中心度是测量节点在多大程度上

位于网络中其他结点的“中间”,是判断节点重要性的指标<sup>[30]</sup>。当关键词中心度值 $\geq 0.1$ 时,表明此关键词中心性强,在网络中具有枢纽性的作用。

除了“块链”、“区块链”这两个自我指向性的关键词外,具有较强中心性的关键词还包括“底层技术”、“去中心化”、“金融科技”、“比特币”、“数字货币”、“智能合约”、“支付清算”、“金融机构”、“中央银行”、“创业公司”等,结合文献的内容梳理,本文认为区块链的研究热点包含 3 个主要层面,即技术基础层面、技术应用层面以及社会宏观效应层面的研究。“底层技术”、“去中心化”、“金融科技”这 3 个关键词指明了区块链的技术特点,即作为数字金融的底层技术支撑,具有去中心化的特点,因而我们可认为这类关键词指向区块链的核心技术层面,这类技术属性指向的高频关键词还包括“时间戳”、“数据结构”、“私钥”、“密码学”“技术架构”、“信任机制”等;“比特币”、“数字货币”、“智能合约”、“支付清算”这些关键词作为区块链技术的典型实际应用,揭示出了区块链



图3 区块链研究关键词共现图谱

的主要应用领域为数字资产交易和清算服务，这类高频关键词还包括“物联网”、“交易记录”、“swift”、“支付体系”等；而“金融机构”、“中央银行”、“创业公司”、“资本市场”、“金融业”指明了区块链应用主要涉及的实体机构和产业类型为金融产业和随之大量兴起的区块链创业公司，并引起国家中央银行和相关研究者对国家数字货币未来发展的思考。

为进一步分析区块链研究的关键词集合随时间演化规律,以追踪区块链研究主题的年度进展。图4展示了2015-2017年关键词的年度演变趋势,图谱清晰显示了区块链研究主题在2015仅围绕区块链技术本身及其特点的几个笼统性的主题。到2016年研究主题急剧增长,包含了对区块链的各关键技术和知结构的细化研究,如“数据结构”、“密码学”、“时间戳”、“价值传递”、“信任机制”以及以数字资产交易和清算服务为主题的大量技术应用的研

如“智能合约”“虚拟/数字货币”“比特币”“征信”“支付清算”“票据业务”、“物联网”等。2017 年其研究主题涉及领域进一步扩大,大量主题均为区块链的应用主题,揭示出了区块链应用领域广度的延伸和未来的发展方向,包括“资产托管”、“股权交易”、“能源互联网”、“众筹”、“信用”、“学分银行”、“代币”等,甚至衍生出了“区块链金融”这一针对区块链的专有名词。此外“商业银行”、“信息化规划”、“浙商银行”、“银行账户”这些主题表明区块链的进一步发展与传统银行业未来的改革和国家未来信息化规划有着较大的关联。从以上主题演变过程不难看出区块链未来的研究主要内容仍将会围绕其广度不断扩展的应用层面展开。随着应用的拓展深化,进一步凸显的问题将会是其应用中产生的负面效应以及法律制度层面的完善。



表 2 区块链研究重要关键词（词频≥10）

序号	关键词	词 频	中心度	序号	关键词	词 频	中心度
1	块 链	253	0. 82	14	智能合约	16	0. 22
2	去中心化	129	0. 58	15	时间戳	14	0
3	区块链	127	0. 6	16	虚拟货币	14	0
4	物联网	41	0	17	数据结构	13	0. 03
5	金融机构	39	0. 14	18	私 钥	12	0
6	底层技术	30	0. 16	19	技术架构	12	0
7	数字货币	27	0. 16	20	支付结算	12	0
8	金融科技	27	0. 15	21	支付清算	11	0. 1
9	比特币	22	0. 18	22	信任机制	11	0
10	中心化	17	0	23	科技金融	10	0
11	密码学	17	0. 01	24	交易记录	10	0
12	支付系统	17	0. 08	25	swift	10	0. 01
13	中央银行	16	0. 13	26	支付体系	10	0. 01

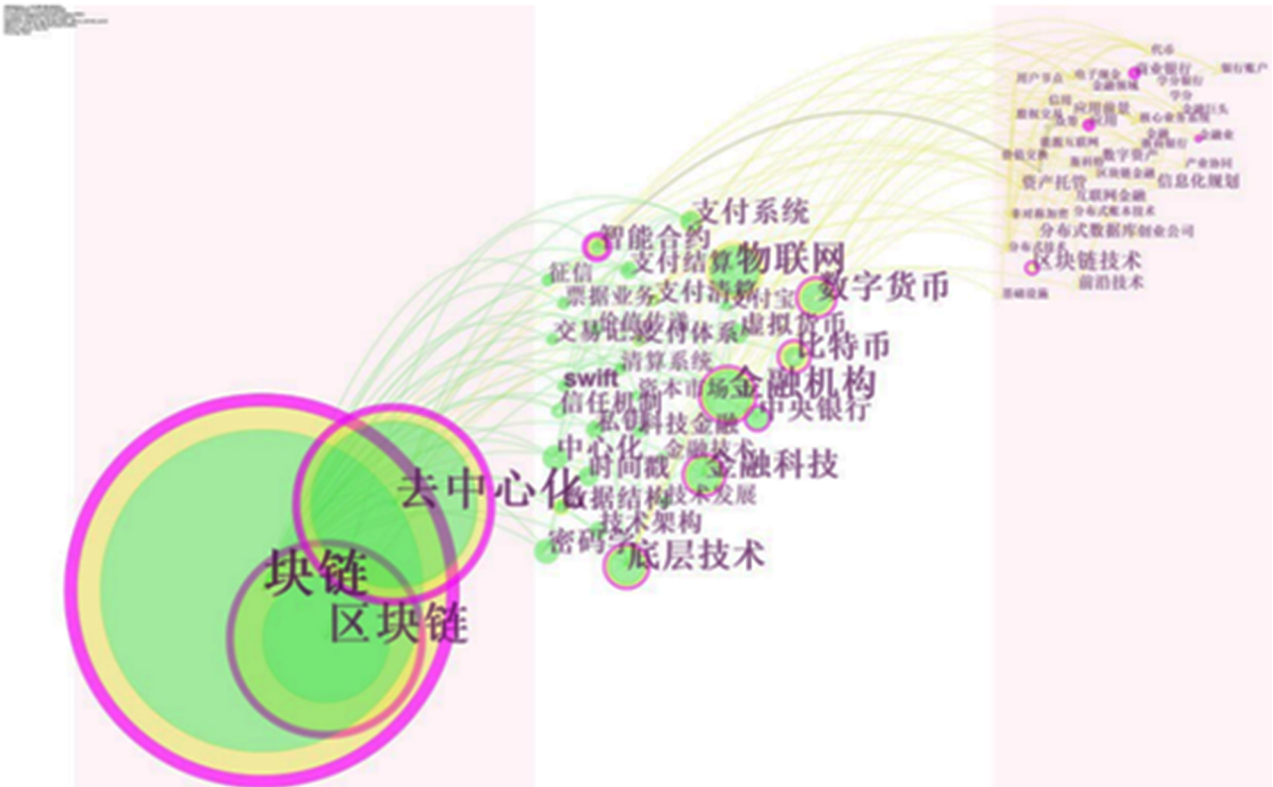


图 4 区块链研究关键词年度演变图谱

3 结 论

本文通过对区块链研究进行描述性统计分析，并在客观数据基础上进行了讨论，梳理了区块链研究知识网络和知识结构。研究结论表明：

1) 区块链研究文献于 2015 年呈现快速增长趋势，处于探索和研究初期。现有区块链研究论文中科普评论类文献比例大于探索研究类文献，反映出区块链作为一个新崛起的研究领域，其现有研究偏重于初期技术知识梳理和介

绍。不论是科普评论类还是探索研究类发文量均随时间呈现持续增长的状态，这种高速持续增长态势的维持除了得益于网络经济环境下数字货币的迅速普及发展外，也与国家政策层面紧锣密鼓地进行区块链战略技术的顶层设计和统筹谋划的部署的举措息息相关。

2) 根据文献来源期刊分布以及所属学科分类，结合两大类文献的内容分析，区块链研究呈现出两个层面的学科群，一个以计算机科学、工程学以及电信科学、自动化技术为依托的技术层面的学科群和一个以金融领域应用为

主(典型代表为数字资产交易)、又广泛涉及能源与动力工程、工业制造、供应链、文化教育、医药卫生等众多应用学科群。

3) 区块链的研究热点包含三个主要层面,即技术基础层面、技术应用层面以及社会宏观效应层面的研究。技术基础层面的研究阐明了区块链关键技术集合和技术特点,主要包含“去中心化”、“密码学”、“信任机制”、“时间戳”等;技术应用层面的研究热点,如“数字货币”、“智能合约”、“支付清算”、“物联网”这些关键词作为区块链技术的典型实际应用,揭示出区块链的主要应用领域为数字资产交易和清算服务;而研究热点,如“金融机构”、“中央银行”、“创业公司”、“资本市场”、“金融业”则指明了区块链应用主要涉及的实体机构和产业类型为金融产业和随之大量兴起的区块链创业公司,并引起国家中央银行和相关研究者对国家数字货币未来发展的思考。

4) 2015-2017年关键词的年度演变趋势,显示了区块链研究主题由仅围绕区块链技术本身及其特点的几个笼统性的主题迅速发展为包含大量对区块链的各关键技术和知结构的细化研究以及以数字资产交易和清算服务为主题的大量技术应用的研究的主题群。应用领域由数字货币领域进一步扩大到了金融领域内的资产托管、股权交易、众筹等众多应用,且正在向能源、物联网、工业制造、文化教育等非金融领域延伸。随着区块链的进一步发展,其与传统银行业未来的改革和国家未来信息化规划之间的关联也逐渐显现。从其主题演变过程不难预测出区块链未来的研究内容的广度仍将会不断扩展,其技术应用层面的研究更为丰富,因此,随着应用的拓展深化,进一步凸显的问题将会是其应用中产生的负面效应以及相应政策和法律制度层面的完善。

#### 参 考 文 献

- [1] 中国区块链技术和产业发展论坛. 中国区块链技术和应用发展白皮书[R]. [http://www.cbdiio.com/BigData/2016-10/21/content\\_5351215.htm](http://www.cbdiio.com/BigData/2016-10/21/content_5351215.htm), 2017-07-20.
- [2] 袁勇,王飞跃. 区块链技术发展现状与展望[J]. 自动化学报, 2016, (4): 481-494.
- [3] 孙建钢. 区块链技术发展前瞻[J]. 中国金融, 2016, (8): 23-24.
- [4] 乔海曙, 谢珊珊. 区块链金融理论研究的最新进展[J]. 金融理论与实践, 2017, (3): 75-79.
- [5] 乔海曙, 谢珊珊. 区块链驱动金融创新的理论与实践分析[J]. 新金融, 2017, (1): 45-50.
- [6] 巩世广, 郭继涛. 基于区块链的科技金融模式创新研究[J]. 科学管理研究, 2016, (4): 110-113.
- [7] 张晓玫, 梁洪, 蒋昊然. 区块链金融模式与小微企业信贷供给[J]. 上海金融, 2016, (7): 35-40.
- [8] 林晓轩. 区块链技术在金融业的应用[J]. 中国金融, 2016, (8): 17-18.
- [9] 王硕. 区块链技术在金融领域的研究现状及创新趋势分析[J]. 上海金融, 2016, (2): 26-29.
- [10] 张荣. 区块链金融: 结构分析与前景展望[J]. 南方金融, 2017, (2): 57-63.
- [11] 巴洁如. 区块链技术的金融行业应用前景及挑战[J]. 金融理论与实践, 2017, (4): 109-112.
- [12] 姚国章, 吴春虎, 余星. 区块链驱动的金融业发展变革研究[J]. 南京邮电大学学报: 自然科学版, 2016, (5): 1-9.
- [13] 郭永珍. 区块链对互联网金融发展的重塑与挑战分析[J]. 商业经济研究, 2017, (2): 169-171.
- [14] 李政道, 任晓聪. 区块链对互联网金融的影响探析及未来展望[J]. 技术经济与管理研究, 2016, (10): 75-78.
- [15] 金宏. 区块链技术在银行业的应用[J]. 银行家, 2016, (7): 17-19, 7.
- [16] 郑金宇. 区块链技术对银行业发展的影响、展望及监管挑战[J]. 银行家, 2016, (7): 11-13.
- [17] 武文斌. 银行交易区块链的原理、模式与建议[J]. 河北大学学报: 哲学社会科学版, 2015, (6): 159-160.
- [18] 曾鸣, 程俊, 王雨晴, 等. 区块链框架下能源互联网多模块协同自治模式初探[J]. 中国电机工程学报, 2017, (3): 1-11.
- [19] 李彬, 张洁, 祁兵, 李德智, 等. 区块链: 需求侧资源参与电网互动的支撑技术[J]. 电力建设, 2017, (3): 1-8.
- [20] 邵雪, 孙宏斌, 郭庆来. 能源互联网中基于区块链的电力交易和阻塞管理方法[J]. 电网技术, 2016, (12): 3630-3638.
- [21] 刘楠, 魏进武, 刘露. 大数据交换信息链[J]. 电信科学, 2016, (10): 130-136.
- [22] 王继业, 高灵超, 董爱强, 等. 基于区块链的数据安全共享网络体系研究[J]. 计算机研究与发展, 2017, (4): 742-749.
- [23] 赵赫, 李晓风, 占礼葵, 等. 基于区块链技术的采样机器人数据保护方法[J]. 华中科技大学学报: 自然科学版, 2015, (S1): 216-219.
- [24] NAKAMOTO S. Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system [EB/OL]. <http://www.8btc.com/wiki/bitcoin-a-peer-to-peer-electronic-cash-system>, 2017-03-20.
- [25] 邱均平, 董克, 马瑞敏. 论科学计量学在科学知识管理中的应用[J]. 管理与决策, 2014, (2): 95-112.
- [26] 陈悦, 陈超美, 刘则渊, 等. CiteSpace 知识图谱的方法论功能[J]. 科学学研究, 2015, (2): 242-253.
- [27] 梅海涛, 刘洁. 区块链的产业现状、存在问题和政策建议[J]. 电信科学, 2016, (11): 134-138.
- [28] 冯璐, 冷伏海. 共词分析方法理论进展[J]. 中国图书馆学报, 2006, (2): 88-92.
- [29] 魏瑞斌. 社会网络分析在关键词网络分析中的实证研究[J]. 情报杂志, 2009, (9): 46-49.
- [30] 林聚任. 社会网络分析: 理论、方法与应用[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2009: 98-110.

(责任编辑: 郭沫含)