

国际区块链赋能供应链的研究热点与趋势

赵 静

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2023年6月12日; 录用日期: 2023年8月2日; 发布日期: 2023年8月9日

摘 要

为了探测国际上区块链赋能供应链相关研究的热点主题以及研究趋势。对WOS核心数据库中检索到的2017~2022年发表的1610篇文献,运用CiteSpace软件,从“发文量、发文国家、作者、发文机构、关键词、突现词”维度进行可视化计量分析。通过研究发现:关键词之间存在广泛关联,已形成相互联系、错综复杂的网络结构;循环经济、低碳是国际上关于区块链赋能供应链的研究涉及的主要研究背景,关注区块链技术在供应链管理中的接受程度以及影响接受程度的因素等,关注区块链对供应链自身弹性的影响,区块链在供应链领域的应用范围已经涵盖了食品物流、供应链金融等;区块链赋能供应链研究可分为三个阶段,分别是起步期、爆发期、成熟期。

关键词

区块链, 供应链, 知识图谱

Research Hotspots and Trends of International Blockchain-Enabled Supply Chain

Jing Zhao

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Jun. 12th, 2023; accepted: Aug. 2nd, 2023; published: Aug. 9th, 2023

Abstract

In order to explore the hot topics and research trends of international blockchain-enabled supply chain in the past. A total of 1610 articles published from 2017 to 2022 retrieved from the WOS core database were analyzed by CiteSpace software from the dimensions of “the number of publications, country of publications, authors, institution of publications, keywords, and emergent

words". Through the research, it is found that there is a wide association between keywords, which has become an interconnected and complex network structure. Circular economy and low carbon are the main research backgrounds involved in the international research on blockchain-enabled supply chain. It pays attention to the acceptance degree of blockchain technology in supply chain management and the factors affecting the acceptance degree, and pays attention to the influence of blockchain on the resilience of the supply chain itself. The application scope of blockchain in supply chain has covered food logistics, finance and other fields. The research on blockchain-enabled supply chain can be divided into three stages, namely, the initial stage, the outbreak stage and the maturity stage.

Keywords

Blockchain, Supply Chain, Knowledge Map

Copyright © 2023 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

区块链主要是指用密码技术将共识确认的区块按顺序追加形成的分布式账本。它最初主要被应用于比特币等加密货币，但如今已经扩展到许多其他领域。区块链技术对供应链产生了深远的影响，区块链的不可篡改的分布式账本、去中心化的共识机制，基于预设条件和规则的智能合约等功能改变了传统供应链的运作方式，增加了供应链的透明度、降低交易的复杂性与成本、提高了供应链的效率，加固了供应链的安全性。区块链在供应链中的应用也受到国内外业界和学界的广泛关注，但是国内少有学者针对国际上区块链赋能供应链领域的研究成果进行系统性的梳理。鉴于此，本文以 WOS 数据库收录的区块链赋能供应链研究的相关文献为数据来源，通过文献计量和科学知识图谱对 2017~2022 年间国际上区块链赋能供应链相关研究的研究现状、研究热点及趋势进行梳理、分析，希望为该领域未来研究方向的探索提供新的视角和思考。

2. 数据获取与研究方法

本文的数据来源于 WOS 核心合集，文献的检索条件：TI (主题词) = blockchain AND TI = supplychain，设定时间跨度为 2013~2022 年，文献类型为 Article & Review，语种为 English。在此检索条件下，通过检索发现，国际上区块链赋能供应链相关文献从 2017 年才开始出现，因此，最终本文选取的文献数据的时间跨度为 2017~2022 年。在剔除会议资讯、专著简介等不符合要求的数据后，最终得到有效英文文献 1610 篇。本文通过 CiteSpace 软件绘制可视化知识图谱，借助文献计量法对国际区块链赋能供应链领域文献的发文时间、发文国家、作者、研究机构、关键词等进行统计分析，以更好的把握区块链赋能供应链领域的研究现状、研究热点与发展趋势。

3. 研究结果与分析

3.1. 发文量的时间分布

在 WOS 核心集中有关区块链赋能供应链研究的文章从 2017 年开始出现。从图 1 可以看到 2017~2022 年间共发文 1610 篇，发文量持续增加，其中，2017~2018 年发文量偏低，对于区块链在供应链中的研究

较为缺乏；2018年后这方面的研究开始呈现爆发式的增长，自2019年突破100篇，2019~2022年间发文量持续快速增长，区块链在供应链管理中的应用越来越受到重视，国际区块链在供应链中的研究成果迅速积累，按照这个趋势，区块链在供应链中的应用在未来将会有更广阔的前景。

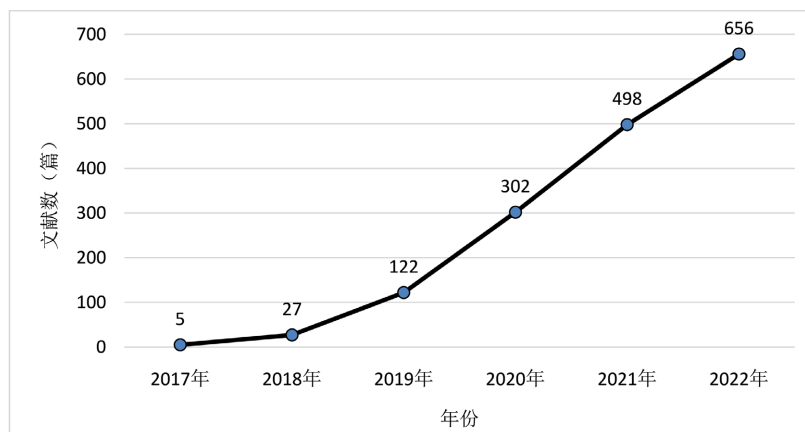


Figure 1. The number of research papers on blockchain-enabled supply chain from 2017 to 2022

图 1. 2017~2022 年间区块链赋能供应链研究发文量情况

3.2. 发文国家的分布

利用 CiteSpace 对各国发表的区块链赋能供应链研究的论文数量进行可视化分析，将 Time Slicing 时间间隔设置为 1 年，在“Node Types”面板中选择“Country”选项运行。结果如图 2 所示，图中共有 90 个节点、497 条连线。在样本文献中，从发文量角度来看，中国(PEOPLES R CHINA)、美国(USA)、印度(INDIA)位于前列，发文量分别为 591 篇、280 篇和 234 篇，发文量占比分别为 36.71%、17.39%和 14.53%；表 1 显示，英国(ENGLAND)、沙特阿拉伯(SAUDI ARABIA)、美国(USA)、澳大利亚(AUSTRALIA)、意大利(ITALY)这五个国家的文献中心度均大于 0.1，表明这五个国家在该领域中发挥着关键连接作用，其中英国的中心度最大，其次是沙特阿拉伯和美国。

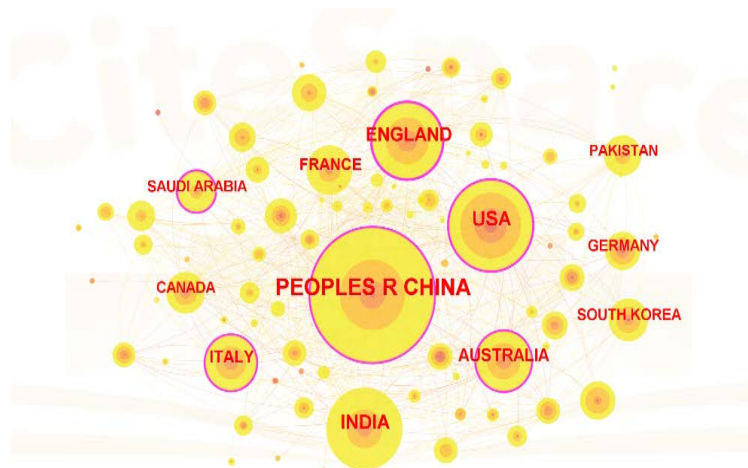


Figure 2. Visual knowledge graph of countries where blockchain-enabled supply chain researches were published from 2017 to 2022

图 2. 2017~2022 年间区块链赋能供应链研究发文国家可视化知识图谱

Table 1. The number of publications and centrality of blockchain-enabled supply chain research countries from 2017 to 2022
表 1. 2017~2022 年间区块链赋能供应链研究国家发文量及中心度

排名	国家	文章数量	排名	国家	中心度
1	PEOPLES R CHINA	591	1	ENGLANG	0.32
2	USA	280	2	SAUDI ARABIA	0.17
3	INDIA	234	3	USA	0.16
4	ENGLAND	194	4	AUSTRALIA	0.12
5	AUSTRALIA	122	5	ITALY	0.12
6	ITALY	100	6	FRANCE	0.10
7	FRANCE	85	7	CANADA	0.10
8	CANADA	63	8	PAKISTAN	0.10
9	SOUTH KOREA	63	9	INDIA	0.09
10	GERMANY	56	10	SPAIN	0.09

3.3. 发文作者分析

作者合作网络清晰地反映了国际区块链赋能供应链研究的核心作者群体及其合作关系，基于 CiteSpace 软件，得到由 266 个节点、328 条连线构成的作者合作网络图谱，如图 3 所示，图中共有 51 个合作团体，其中以 Jayaraman, Raja、Salah, Khaled 为中心和以 Choi, Tsan-Ming 为中心的合作网络规模较大。表 2 中展示了部分高产作者，发文量最多的是 Jayaraman, Raja 和 Salah, Khaled 的 29 篇文章；其次是 Choi, Tsan-Ming 发表的 27 篇文章。普赖斯定律认为核心作者发文量达到总发文量的 50% 左右时，可认为该领域形成了核心作者群，根据普赖斯定律计算公式 $M = 0.749 \times (N_{\max})^{(1/2)}$ (M 为核心作者的最低发文数量， N_{\max} 为最高产作者的发文量) 得出 $M \approx 4.03$ ，即在 2017~2022 年间，发文量为 5 篇及以上的作者可视为该领域研究的核心作者 [1]。在区块链赋能供应链的研究中核心作者共计 50 名，累计发文 435 篇文献，占比 27.02%，低于普赖斯的 50% 标准，因此，该领域尚未形成核心作者群。

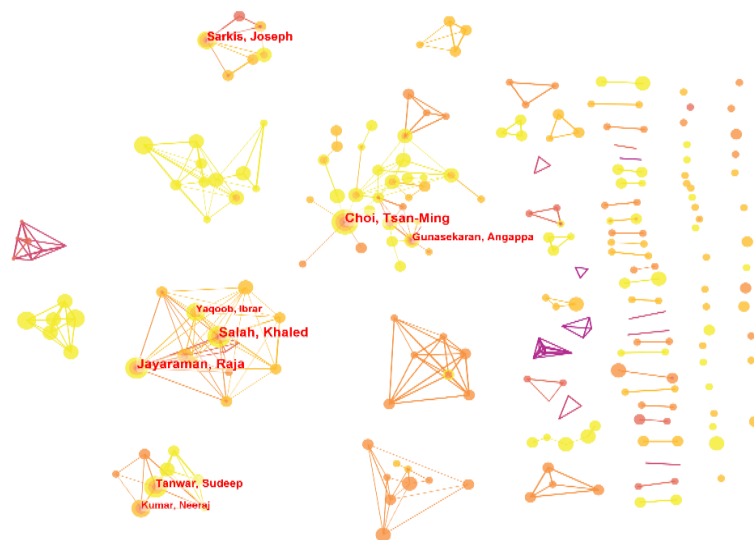


Figure 3. Visual knowledge graph of authors of blockchain-enabled supply chain research publications from 2017 to 2022
图 3. 2017~2022 年间区块链赋能供应链研究发文作者可视化知识图谱

Table 2. The number of articles published by authors of blockchain-enabled supply chain research from 2017 to 2022
表 2. 2017~2022 年间区块链赋能供应链研究作者发文数量

排名	作者	文章数量	排名	作者	文章数量
1	Jayaraman, Raja	29	11	Kumar, Ajay	9
2	Salah, Khaled	29	12	Kamble, Sachin S.	8
3	Choi, Tsan-Ming	27	13	Kazancoglu, Yigit	8
4	Sarkis, Joseph	20	14	Luthra, Sunil	8
5	Tanwar, Sudeep	15	15	Raut, Rakesh D.	8
6	Gunasekaran, Angappa	13	16	Treiblmaier, Horst	8
7	Yaqoob, Ibrar	13	17	Zhang, Xin	8
8	Kumar, Neeraj	11	18	Ahmad, Raja Wasim	7
9	Omar, Mohammed	10	19	Bai, Chunguang	7
10	Kouhizadeh, Mahtab	9	20	Dwivedi, Yogesh K.	7

3.4. 发文机构分析

发文机构图谱(见图 4)中共有 262 个节点、401 条连线, 节点大小代表该机构发文量的多少, 连线表示机构间形成了合作关系, 机构间的连线越多表明机构之间合作程度越高。从图 4 可观察到各机构间的合作较为紧密, 机构间应继续加强合作研究, 促进知识共享、资源共享和技术交流, 从而推动研究的进展。从表 3 可以看出香港理工大学(Hong Kong Polytech Univ)发文最多, 文章数量为 50 篇, 其次是伍斯特理工学院(Worcester Polytech Inst)和沙特国王大学(King Saud Univ), 各发文 18 篇。

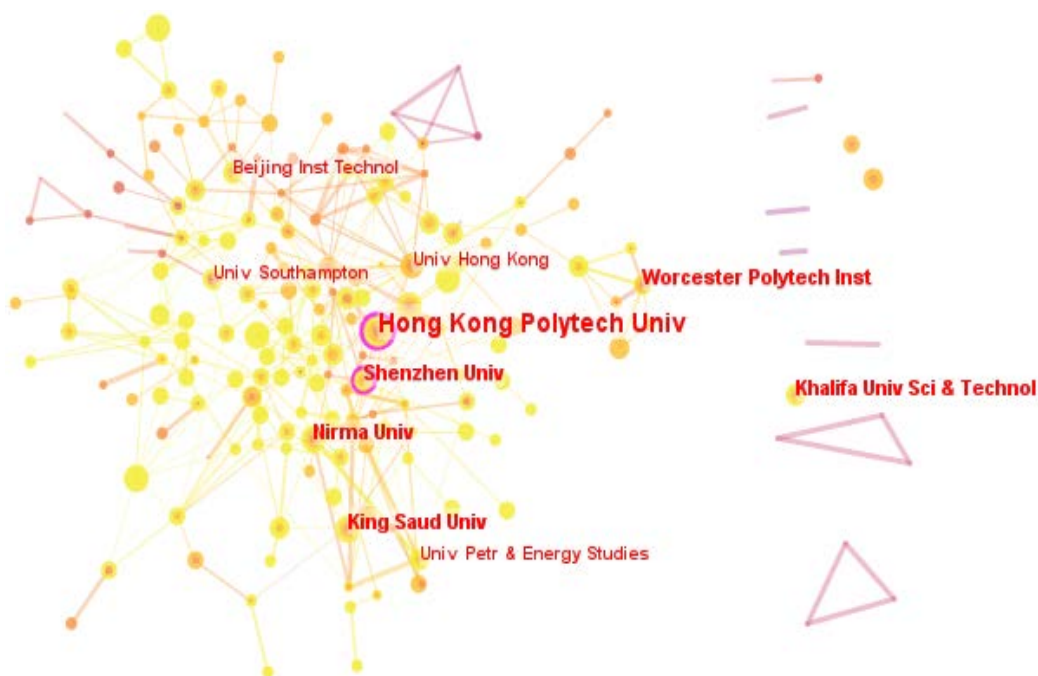


Figure 4. Visual knowledge graph of blockchain-enabled supply chain research publishing institutions from 2017 to 2022
图 4. 2017~2022 年间区块链赋能供应链研究发文机构可视化知识图谱

Table 3. Number of articles published by blockchain-enabled supply chain research Institutions from 2017 to 2022
表 3. 2017~2022 年间区块链赋能供应链研究机构发文量

排名	机构	文章数量	排名	机构	文章数量
1	Hong Kong Polytech Univ	50	6	Nirma Univ	16
2	Worcester Polytech Inst	18	7	Univ Southampton	14
3	King Saud Univ	18	8	Univ Hong Kong	13
4	Shenzhen Univ	17	9	Univ Petr & Energy Studies	13
5	Khalifa Univ Sci & Technol	16	10	Beijing Inst Technol	13

3.5. 研究热点情况

通过对关键词的共线、聚类、突现词分析可以帮助我们发现关键词之间的关联性，找到研究领域内的热点主题，把握相关研究的发展脉络。

3.5.1. 关键词共线分析

关键词共线图(见图 5)中共有 244 个关键词节点以及 1312 条连线，密度为 0.0443。从图中可见关键词之间连线密集，已行成相互联系、错综复杂的网络结构。表 4 中列出了前 20 个高频关键词，有供应链(supplychain)、技术(technology)、管理(management)、挑战(challenges)、区块链技术(blockchain technology)、互联网(internet)供应链管理(supply chain management)、框架(architecture)、影响(impact)、智能合约(smart contracts)、物流(logistics)、系统(system)、表现(performance)大数据(big data)、模型(model)、可追溯性(traceability)、信息(information)等，由此可见，国际上 2017~2022 年间区块链赋能供应链领域关注在区块链等技术下通过智能合约、可追溯性对供应链系统进行设计、分析和优化，以实现信息的畅通以及供应链各环节的智能化和高效协作，重点关注物流领域，此外还涉及大数据、互联网等技术背景以及区块链赋能供应链过程中的挑战。

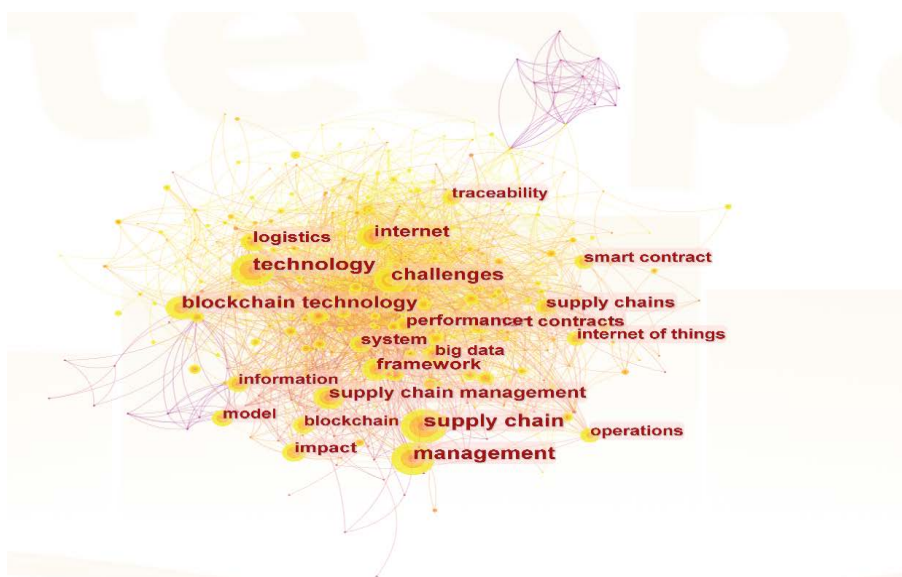


Figure 5. Collinear graph of keywords in blockchain-enabled supply chain researches from 2017 to 2022
图 5. 2017~2022 年间区块链赋能供应链研究关键词共线图

Table 4. Keyword frequency of blockchain-enabled supply chain researches from 2017 to 2022
表 4. 2017~2022 年间区块链赋能供应链研究关键词词频

排名	关键词	词频(次)	排名	关键词	词频(次)
1	supply chain	453	11	logistics	132
2	technology	382	12	supply chains	131
3	management	380	13	system	131
4	challenges	280	14	performance	127
5	blockchain technology	269	15	big data	119
6	internet	243	16	blockchain	119
7	supply chain management	216	17	model	119
8	framework	211	18	traceability	115
9	impact	155	19	information	112
10	smart contracts	135	20	smart contract	108

3.5.2. 关键词聚类

为了进一步挖掘区块链赋能供应链研究的热点主题，根据关键词的相近程度，对关键词进行聚类分析(见图 6)。关键词聚类图谱中 Q 值为 0.4558, S 值为 0.6991, 表明聚类结构显著, 效果合理[2]。通过运行 CiteSpace, 得到该领域 8 个主要聚类: 物联网(internet of things)、技术接受模型(technology acceptance model)、循环经济(circular economy)、食品供应链(food supply chain)、供应链(supply chain)、供应链金融(supply chain finance)、供应链弹性(supply chain resilience)、许可链(permissioned blockchain)。

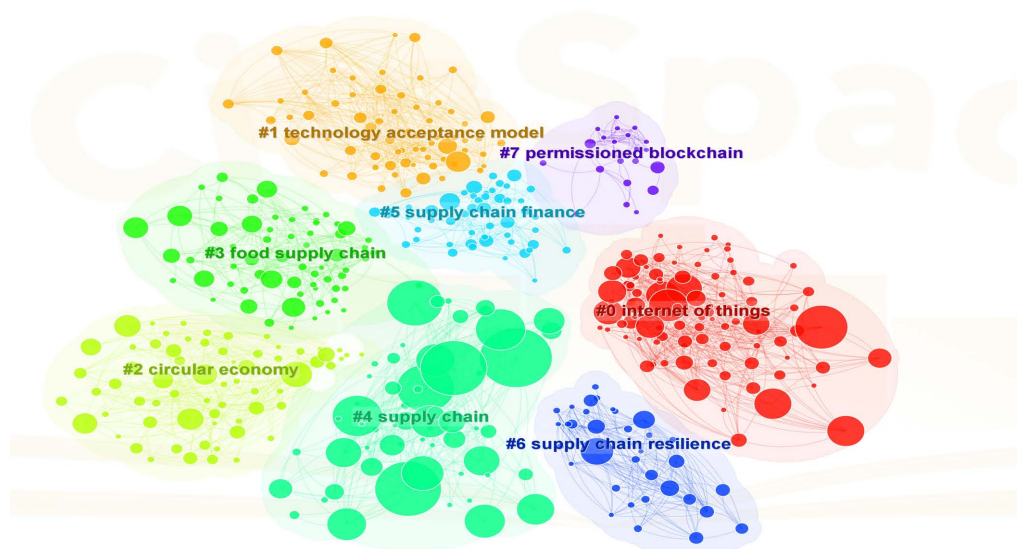


Figure 6. Keyword clustering graph of blockchain-enabled supply chain researches between 2017 and 2022
图 6. 2017~2022 年间区块链赋能供应链研究关键词聚类图谱

根据聚类结果可知, 循环经济、低碳是国际上关于区块链赋能供应链研究涉及的主要研究背景; 关注区块链技术在供应链管理中的接受程度以及影响接受程度的因素等; 关注区块链对供应链自身弹性的影响; 区块链在供应链领域的应用范围已经涵盖了食品物流、供应链金融等。下面对部分聚类进行阐述:

1) 物联网。物联网和区块链技术的融合正在改变供应链的商业和管理模式。物联网、区块链与供应链的融合,有助于可以实现物品在供应链中的实时监控、全程追溯和溯源、减少供应链中的欺诈和风险,通过物联网设备与区块链智能合约的结合,可以实现自动化的供应链管理。如何促进三者的融合,提高供应链管理效率,成了研究的热点之一。Sun Z H [3]等人讨论了基于区块链的工业物联网平台在大众创新的产品设计、设计资源对接与共享、多仓物料调配、质量控制、制造质量控制、采购与补货、电子合同、产品可追溯性、杜绝假冒产品等九个供应链场景中的潜在解决方案以及面临的挑战。Y. P. Tsang [4]等人提出了基于区块链和物联网的食品可追溯系统解决食品供应链的可追溯问题。Al-Rakhami MS [5]等人提出了一个轻量级的信任模型,将物联网与区块链技术相结合,以增强供应链各方之间的信息共享,解决供应链各方之间的信任挑战。

2) 食品供应链。食品安全问题日益引起社会关注,为了有效地发现和预防食品安全问题并追溯责任,准确记录、共享和跟踪整个食品供应链中的具体数据尤其重要,区块链具有不可篡改、智能合约和共识算法等特点,对食品安全追溯系统的构建具有重要意义。Andreas Kamilaris [6]等人探讨了区块链技术对食品供应链的影响,介绍了现有的正在进行的项目,并对这些项目的成熟度进行分析。其研究表明,区块链可以实现透明的食品供应链,但仍然存在许多障碍和挑战。Kay Behnke [7]等人讨论了使用区块链技术实现食品供应链可追溯性的边界条件,并认为可追溯性流程和接口的标准化、拥有联合平台和独立治理被认为是关键边界条件。Lin Q [8]等人介绍了当前主流食品可追溯系统的难点和挑战,然后通过对系统用户主要需求的深入分析,设计了一个基于区块链和 EPCIS 网络的去中心化系统。

3) 供应链金融。供应链金融作为一种新型融资模式,在解决中小企业融资问题中发挥着重要作用,但传统供应链金融面临着核心企业信用无法跨级穿透、贸易背景真实性审核难等诸多问题,区块链技术赋能供应链金融可以实现更高的透明度、更低的交易成本、更高的效率和更强的安全性,区块链技术成了传统供应链金融破局的关键,区块链赋能供应链金融成了研究热点之一。Ning LJ [9]等人分析了区块链促进供应链金融平台商业模式重构的作用机制。Du M [10]等人构建了一种新型的供应链金融平台,利用区块链技术对供应链金融进行全过程管理,在一定程度上解决了供应链参与者之间的互不信任问题,提高了资金流和信息流的效率,降低了成本。Meng X [11]对区块链技术在供应链金融中的风险进行了评估和分析。

4) 供应链弹性。面对全球化供应链的复杂性、不断变化的市场需求、不断增加竞争压力,研究人员致力于深入理解供应链弹性的影响因素、机制和方法,提升供应链弹性,区块链作为一种去中心化、透明和可追溯的技术,对于提高供应链的透明度、优化供应链合作与协作、降低供应链中断风险,从而提升供应链弹性具有重要作用,区块链与供应链弹性也成为学界的研究热点之一。Min H [12]从风险管理的角度探讨了区块链在增强供应链弹性方面的一些基本原理。Lohmer J [13]等人的研究表明,区块链在供应链中的应用有助于减少受中断影响的合作伙伴数量、中断成本和网络恢复时间,区块链可能是提高供应链弹性的有效解决方案。Dubey R [14]等人探讨了区块链在人道主义供应链中的应用,研究表明区块链技术能够改善参与救灾行动的行动者之间的协作,并增强供应链的弹性。

3.5.3. 国际区块链赋能供应链研究热点演化路径

突现功能可以探测热点关键词及其兴衰情况,运用 CiteSpace 软件生成关键词突现图谱(见图 7),对区块链赋能供应链研究的热点及发展脉络进行进一步挖掘。国外研究热点的发展可以分为 3 个阶段:第一阶段为 2017~2018 年,其关键词主要为竞争优势(competives)等,这一阶段属于区块链赋能供应链研究的起步期,比较关心区块链带给供应链带来的竞争优势;第二阶段为 2019~2020 年,突现词增多,突现词有系统(information system)、分布式账本技术(distributed ledger technology)、信任(trust)、统一理论(unified

theory)、供应链管理(supply-chain management)等,这一阶段属于区块链赋能供应链研究的爆发期,主要关注构建基于区块链和供应链的信息管理系统、区块链技术的分布式记账与增强信任等功能对供应链的影响、技术的接受和使用、供应链管理等,另外,在此期间突现强度最强的关键词为“分布式账本技术(distributed ledger technology)”,其突现强度为4.59,表明在2019~2020年区块链所依赖的分布式账本技术与供应链的交叉研究是极受国际学者关注的主题。第三阶段为2020~2022年,突现词为点对点计算(peer-to-peer computing)、云(cloud)等。这一阶段属于区块链赋能供应链研究的成熟期,注重区块链赋能供应链过程中与其他技术的融合,关于区块链赋能供应链的研究越来越深入与细化,点对点计算与区块链、供应链的交叉研究、云计算与区块链、供应链的交叉研究属于研究的热点与前沿。其间,Zhang M [15]等人研究了点对点(peer-to-peer)能源交易中需求响应管理的挑战,并提出了一个基于区块链与社区的点对点能源交易系统。Rahman M S [16]等人使用区块链将物联网数据存储为链上数据,并使用云将大量数据(例如图像)存储为链下数据,并通过在链上和链下数据中执行查询并生成聚合结果,为用户提供隐私保护和可验证的查询设施。

Top 12 Keywords with the Strongest Citation Bursts

Keywords	Year	Strength	Begin	End	2017 - 2022
competitive advantage	2018	2.14	2018	2020	
information systems	2018	2	2018	2019	
distributed ledger technology	2019	4.59	2019	2020	
information technology	2019	2.85	2019	2020	
trust	2019	2.77	2019	2020	
unified theory	2019	2.61	2019	2020	
roles	2019	2.55	2019	2020	
supply-chain management	2019	2.17	2019	2020	
knowledge	2019	1.95	2019	2020	
data science	2019	1.74	2019	2020	
peer-to-peer computing	2020	1.97	2020	2022	
cloud	2020	1.79	2020	2022	

Figure 7. Keyword emergence graph of blockchain-enabled supply chain research from 2017 to 2022
图 7. 2017~2022 年间区块链赋能供应链研究关键词突现图谱

4. 研究结论

通过对发文量的时间分布进行分析,可知2017~2022年间共发文1610篇,发文量持续增加;通过对各国家的发文量和中心度进行分析,可知在样本文献中,中国、美国、印度的发文量位于前列,英国、沙特阿拉伯、美国、澳大利亚、意大利这五个国家的中心度大于0.1,这五个国家在该领域中发挥着关键连接作用;通过对发文作者进行分析,可知国际上区块链赋能供应链的研究者形成了一定的合作,但学者之间的合作还有待加强。此外,该领域尚未形成真正意义上的核心作者群,Jayaraman, Raja 和 Salah, Khaled 发文量最多;通过对研究机构进行分析发现,各机构间形成了较为紧密的合作,机构间应继续加强合作研究,促进知识共享、资源共享和技术交流,从而推动研究的进展。其中香港理工大学发文最多,其次是伍斯特理工学院和沙特国王大学;通过对关键词共现图谱进行分析,发现关键词之间存在广泛关

联, 已行成相互联系、错综复杂的网络结构; 通过对关键词进行聚类, 得出物联网、技术接受模型、循环经济、食品供应链、供应链、供应链金融、供应链弹性、许可链等聚类结果, 根据聚类结果可知, 循环经济、低碳是国际上关于区块链赋能供应链的研究涉及的主要研究背景, 关注区块链技术在供应链管理中的接受程度以及影响接受程度的因素等, 关注区块链对供应链自身弹性的影响, 区块链在供应链领域的应用范围已经涵盖了食品物流、供应链金融等; 通过对突现图谱进行分析, 可以将区块链赋能供应链研究分为三个阶段, 分别是起步期、爆发期、成熟期。

参考文献

- [1] 白志鹏, 李全喜, 张浩维. 供应链管理研究热点主题可视化分析——以SCI为数据源[J]. 情报科学, 2020, 38(10): 18-22+73.
- [2] 李杰, 陈超美. CiteSpace: 科技文本挖掘及可视化[M]. 第2版. 北京: 首都经济贸易大学出版社, 2017.
- [3] Sun, Z.H., Chen, Z.Y. and Cao, S. (2022) Potential Requirements and Opportunities of Blockchain-Based Industrial IoT in Supply Chain: A Survey. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, **9**, 1469-1483. <https://doi.org/10.1109/TCSS.2021.3129259>
- [4] Tsang, Y.P., Choy, K.L., Wu, C.H., et al. (2019) Blockchain-Driven IoT for Food Traceability with an Integrated Consensus Mechanism. *IEEE Access*, **7**, 129000-129017. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2940227>
- [5] Al-Rakhami, M.S. and Al-Mashari, M. (2021) A Blockchain-Based Trust Model for the Internet of Things Supply Chain Management. *Sensors*, **21**, Article No. 1759. <https://doi.org/10.3390/s21051759>
- [6] Kamilaris, A., Fonts, A. and Prenafeta-Boldó, F.X. (2019) The Rise of Blockchain Technology in Agriculture and Food Supply Chains. *Trends in Food Science & Technology*, **91**, 640-652. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.034>
- [7] Behnke, K., et al. (2020) Boundary Conditions for Traceability in Food Supply Chains Using Blockchain Technology. *International Journal of Information Management*, **52**, Article ID: 101969. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.025>
- [8] Lin, Q., Wang, H., Pei, X., et al. (2019) Food Safety Traceability System Based on Blockchain and EPCIS. *IEEE Access*, **7**, 20698-20707. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2897792>
- [9] Ning, L.J. and Yuan, Y.Q. (2021) How Blockchain Impacts the Supply Chain Finance Platform Business Model Re-configuration. *International Journal of Logistics Research and Applications*, **26**, 1081-1101. <https://doi.org/10.1080/13675567.2021.2017419>
- [10] Du, M., Chen, Q., Xiao, J., et al. (2020) Supply Chain Finance Innovation Using Blockchain. *IEEE Transactions on Engineering Management*, **67**, 1045-1058. <https://doi.org/10.1109/TEM.2020.2971858>
- [11] Meng, X. (2022) Risk Assessment and Analysis in Supply Chain Finance Based on Blockchain Technology. *Journal of Sensors*, **2022**, Article ID: 1985803. <https://doi.org/10.1155/2022/1985803>
- [12] Min, H. (2018) Blockchain Technology for Enhancing Supply Chain Resilience. *Business Horizons*, **62**, 35-45. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.012>
- [13] Lohmer, J., Bugert, N. and Lasch, R. (2020) Analysis of Resilience Strategies and Ripple Effect in Blockchain-Coordinated Supply Chains: An Agent-Based Simulation Study. *International Journal of Production Economics*, **228**, Article ID: 107882. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107882>
- [14] Dubey, R., Gunasekaran, A., Bryde, D.J., et al. (2020) Blockchain Technology for Enhancing Swift-Trust, Collaboration and Resilience within a Humanitarian Supply Chain Setting. *International Journal of Production Research*, **58**, 3381-3398. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1722860>
- [15] Zhang, M., Eliassen, F., Taherkordi, A., et al. (2022) Demand-Response Games for Peer-to-Peer Energy Trading with the Hyperledger Blockchain. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, **52**, 19-31. <https://doi.org/10.1109/TSMC.2021.3111135>
- [16] Rahman, M.S., Khalil, I., Moustafa, N., et al. (2021) A Blockchain-Enabled Privacy-Preserving Verifiable Query Framework for Securing Cloud-Assisted Industrial Internet of Things Systems. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, **18**, 5007-5017. <https://doi.org/10.1109/TII.2021.3105527>