

近20年国内学者关于涌现的研究热点及趋势分析

——基于知识图谱的可视化分析

刘洒洒

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2024年1月17日; 录用日期: 2024年2月7日; 发布日期: 2024年4月11日

摘要

目的: 通过对2003~2023年我国涌现研究, 分析涌现的热点主题和前沿演进, 对研究涌现领域的发展具有重要意义。方法: 本文文献计量学的方法, 以20年期间对涌现主题文献研究的发文数量、作者合作、机构合作整体情况加以描述并对结果进行比较。结果: 自2005年之后, 每年的研究数量均超过超过30篇。在研究热点上, 涌现的研究热点有: 涌现性、涌现机理、复杂网络、复杂系统、自组织等。涌现研究的最新前沿集中在复杂网络、复杂系统、涌现性和自组织等方面。但涌现研究在机构合作上研究较少。讨论: 建议未来研究应树立多学科视角、加强跨机构、跨领域的合作等进行深层次的研究分析。

关键词

涌现, 研究热点, 前沿演进, 可视化分析

In the Past 20 Years, Domestic Scholars Have Analyzed the Emerging Research Hotspots and Trends

—Visual Analysis Based on Knowledge Graph

Sasa Liu

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Jan. 17th, 2024; accepted: Feb. 7th, 2024; published: Apr. 11th, 2024

Abstract

Objective: It is of great significance to analyze the emerging hot topics and frontier evolution of emergences in China from 2003 to 2023. **Methods:** In this paper, the bibliometric method was used to describe the number of publications, author cooperation, and institutional cooperation of emerging theme literature research over a 20-year period, and the results were compared. **Results:** Since 2005, the number of studies has exceeded 30 per year, and the emerging research hotspots include: emergence, emergence, emergence mechanism, complex network, complex system, self-organization, etc. The latest frontiers in emergent research focus on complex networks, complex systems, emergence, and self-organization. However, there are fewer studies on institutional collaboration. **Discussion:** It was suggested that future research should establish a multidisciplinary perspective, strengthen cross-institutional and cross-field cooperation, and conduct in-depth research and analysis.

Keywords

Emerging, Research Hotspots, Frontier Evolution, Visual Analytics

Copyright © 2024 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

“涌现”(Emergence)的概念最早可以追溯到英国十九世纪穆勒[1]其认为涌现现象普遍存在于客观世界中,而要认识“涌现”现象,必须要从整体上去理解系统特征,包括组成系统的各个要素以及其随时间的相互作用。自从涌现概念的提出以来,受到众多学者的广泛关注。关于涌现的研究,Benyamin等人[2]认为通过人与人之间的动态互动可形成新的组织领导力,提出了一种领导力涌现的概念模型。范冬萍[3]描述,涌现理论的第二阶段,主要是指20世纪后半叶兴起的、研究进路以揭示突现机理为核心,以跨学科研究为视野,以计算机模拟为手段。Karil[4]定义涌现并非一个全新概念,对于有组织而非聚合的系统,整体不仅是各部分的组成之和,而且其特征比部分之和的特征还要多。王亮家[5]提出,第二阶段代表人物霍兰通过比较分析红衫、蚁群、西洋跳棋、神经网络、诗人创作等涌现现象。涌现打破了学科之间的界限,改变了人们研究事物的方式,产生了新的视野[6]。涌现理论始于自然现象,虽然还在发展过程中,对不同现象和不同领域的学科可能定义有所不同。

基于以上表述,本文旨在采用文献计量学及其可视化方法,以2003~2023年关于国内涌现研究的732篇中文文献作为研究对象,对涌现研究的文献量、发文机构、关键词聚类以及发展态势等方面进行可视化分析,从多维视角审视我国涌现研究的现状、热点和发展态势,以期为推动我国涌现的理论研究和实践探索提供参考。

2. 数据来源与研究方法

2.1. 数据来源

本研究数据均来自于中国知网(CNKI)的全文数据库,为保证原始数据的全面性和可靠性,在中国知

网中选择高级检索,设定检索条件为学术期刊检索,按照2014年1月1日到2023年12月31日,以“主题 = 涌现,基金文献,来源类别 = 全部期刊”为条件检索。同时,以“主题 = 涌现,来源类别 = SCI来源期刊 or EI来源期刊 or 北大核心 or CSSCI or CSCD”为检索式。经剔除报道、会议通知、约稿启示、声明与议题无关的文献后,取二者并集得到442篇文献。同样操作如上,检索时间范围为2003年1月1日至2013年12月31日,经筛选剔除无关的文献后,取二者并集得到290篇文献。综上自2003年1月1日到2023年12月31日共得到732篇文献(检索日期为2024年1月4日)。

2.2. 研究方法

本文采用知识图谱的研究方法。科学知识图谱是以知识域(knowledge domain)为对象,显示科学知识的发展进程与结构关系的一种图像,它具有“图”和“谱”的双重性质与特征[7]。CiteSpace软件系统是由美国华人学者陈超美博士开发,应用于科学和技术领域,通过直观的知识图谱,识别并展现该领域的热点关键词、研究进展和前沿方向的一款软件[8]。本文将CNKI数据库中检索到的涌现文献进行分时动态的可视化图谱分析,主要包括年度发文量分析、核心作者分析、重要研究机构分析等,科学展示知识的宏观结构及其发展脉络,探寻涌现研究的热点与发展演进。

3. 研究结果

3.1. 涌现研究知识网络分布图谱

3.1.1. 文献年度分析

年度发文数量是衡量涌现研究热度与发展趋势的重要指标[9]。为了能清晰了解我国涌现研究的情况,按照所选文献发布时间进行统计整理,绘制文献的量变趋势图,如图1所示。

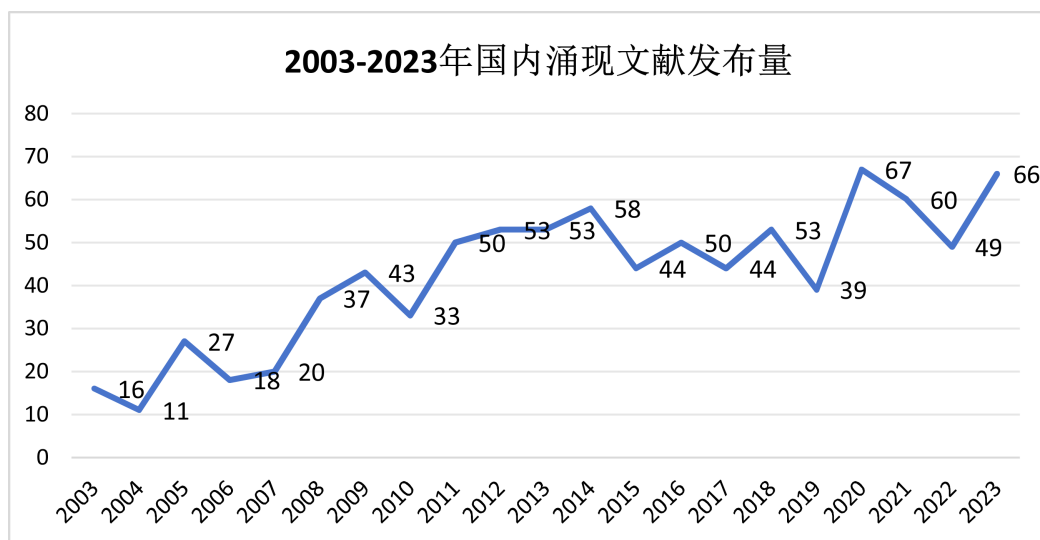


Figure 1. From 2003 to 2023 the number of papers published in the field of emerging research in China
图1. 2003~2023年国内涌现研究领域发文量

3.1.2. 作者合作分析

发文量体现的是科研工作者科研成果数量,能从一个侧面体现其科研能力,依照普赖斯定律[10]。核心作者发文量至少需为 M_p 篇,计算公式为 $M_p = 0.749\sqrt{N_{p_{max}}}$, $N_{p_{max}}$ 为统计时间段内该领域最高产作者文献发表数量[11]。对文献进行统计,选取文献发表数量为3篇及以上的作者,进行可视化分析,得到

作者合作图谱如图 2 所示：连线 and 发文较多的学者为胡晓峰(10 篇)、何新华(6 篇)、可星(5 篇)、孙秋柏(5 篇)、徐盛恒(5 篇)等人。图中仅显示几位作者联系密切，胡晓峰、司光亚、魏屹东、罗批等学者之间具有学术合作和交流；单独节点的学者较多，表明我国学者在涌现上的研究沟通合作意识不够，学者们的学术交流与合作有待加强。

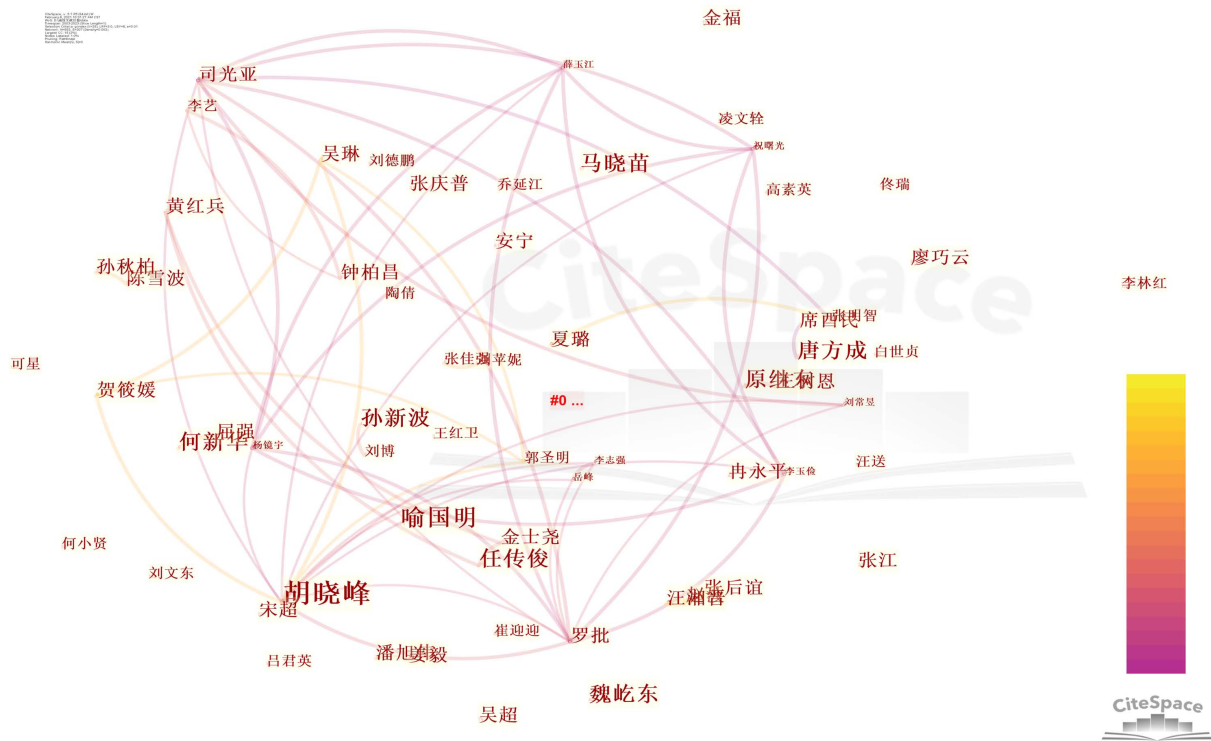


Figure 2. Distribution of core authors in the field of emerging research in China from 2003 to 2023
图 2. 2003~2023 年国内涌现研究领域核心作者分布

3.1.3. 机构合作分析

运行 CiteSpace，时间为 1 year (年)，节点类型为 institution (机构)，TOPN = 50，其它参数为默认设置，对涌现研究领域文献所属机构进行合作网络分析，生成“Nodes = 471, Links = 0.002”的机构合作图谱。从表 1 可以看出核心机构关于国内涌现研究领域核心机构的发文量，表 1 中呈现以国防大学信息作战与指挥训练教研部(15 篇)、上海理工大学管理学院(9 篇)、华北大学工商管理学院(6 篇)、昆明理工大学管理与经济学院(6 篇)、暨南大学管理学院(6 篇)等。从生成的图谱中可以发现由于连线密度为 0.002，连线数表示节点之间的联系，连线密度越大表示节点之间联系越密切，由连线密度可知各机构之间的联系比较松散，缺乏合作意识。

3.1.4. 研究热点

研究热点是指在某一时间段内，有内在联系的、数量相对较多的一组论文所探讨的研究问题或专题 [12]。而关键词是作者对文章核心内容的高度提炼与概括，体现着文章的研究价值与方向，出现频次高的关键词常常被用来确定一个研究领域的热点问题 [13]。通过 CiteSpace 软件进行关键词的聚类分析从而生成关键词聚类知识图谱图，如图 3 所示。从图谱中的聚类折射出涌现研究领域的热点，包括“涌现”“涌现性”“复杂性”“复杂网络”“复杂系统”“复杂适应系统”“cas 理论”“仿真”“整体涌现性”及“综合继承研讨体系”等 10 个聚类标签。

Table 1. The number of papers published by core research institutions emerging in China
表 1. 国内涌现研究核心机构发文数量表

发文数量	年份	发文机构
15	2005	国防大学信息作战与指挥训练教研部
9	2008	上海理工大学管理学院
6	2012	东北大学工商管理学院
6	2010	昆明理工大学管理与经济学院
6	2012	暨南大学管理学院
5	2010	中国人民大学商学院
5	2011	河南大学外语学院
5	2005	北京交通大学经济管理学院
5	2011	中国矿业大学管理学院

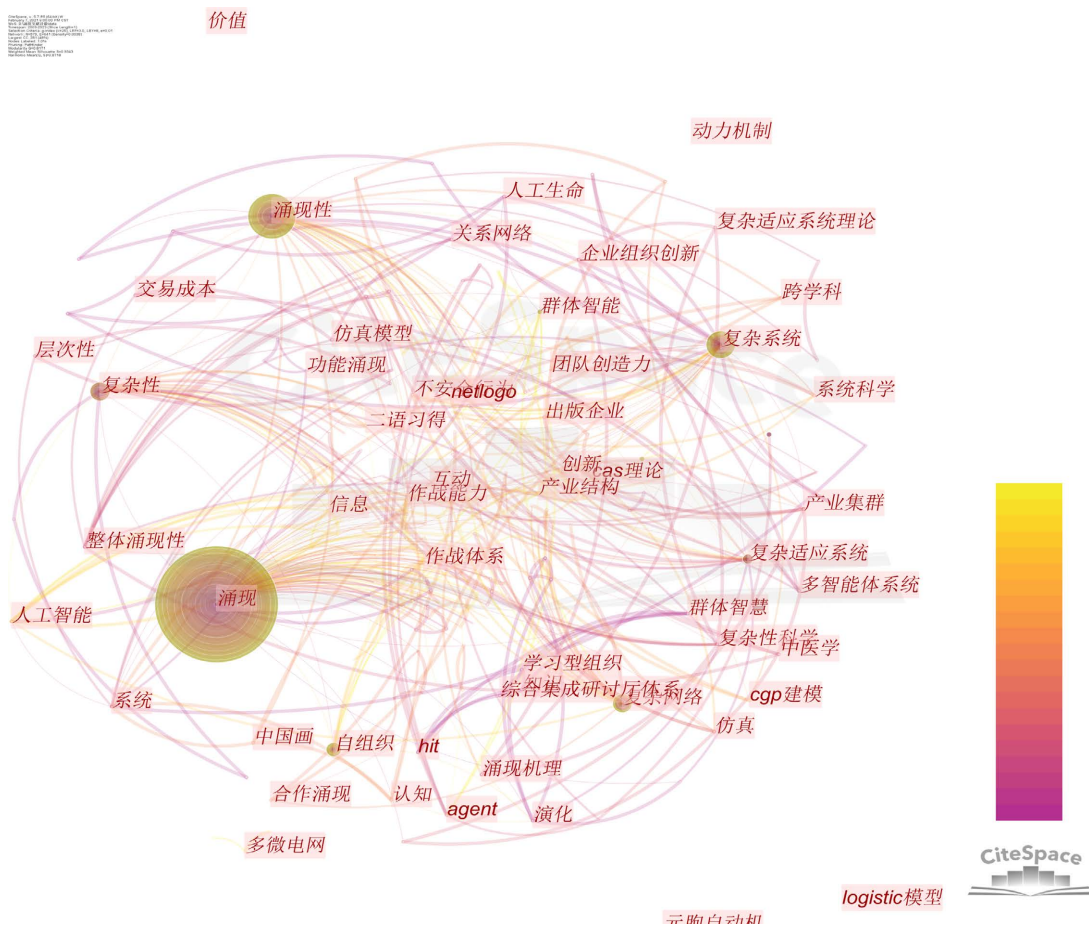


Figure 3. Keyword clustering network of domestic emergences from 2003 to 2023
图 3. 2003~2023 年国内涌现研究关键词聚类网络图谱

在关键词聚类知识图谱基础上，在“ClusterExplorer”中得到对数似然率(聚类标签词提取算法之一)，得到关键词共现网络聚类表，如表 2 所示。

Table 2. Hot keywords of domestic research (top 9)
表 2. 国内涌现研究热点关键词(前 9)

聚类号	聚类大小	标识词(选取前五个)
0	71	涌现、涌现性、作战能力、复杂性、协同
1	40	涌现性、agent、复杂体系、模拟仿真、涌现
2	32	复杂性科学、复杂性、涌现、涌现性、个体创造力
3	30	复杂网络、无标度网络、群体智能、人工只能、演化
4	27	复杂系统、系统科学、人工智能、还原主义、跨学科
5	25	复杂适应系统、系统、多 agent 系统、机制、二语习得
6	23	cas 理论、层次涌现、技术创新、行为模式、智力资源管理
7	12	仿真、微观机制、线上线下、社会集群、信任模型
8	10	整体涌现性、整体论方法、系统方法、仿真模型、还原论方法
9	7	综合集成研讨厅体系、链接结构分析方法、群体智慧、知识

对各聚类中的关键词进行分析发现, 各聚类研究内容存在相互交叉现象, 因此可将我国涌现研究归纳为“涌现”“涌现性”“复杂系统”“复杂网络”“无标度网络”五个主题领域。详述如下:

1) “涌现”研究主题。涌现是指事物的时间量变。霍兰指出涌现现象是以相互作用为中心的它比单个行为的简单累加要复杂得多[14]。欧阳莹之进一步从哲学层面描述了涌现的实质, 指出涌现是相互作用的产物, “与其说涌现特性的出现显示了组合物的物质基础, 不如说是显示了这些物质是如何被组织起来的[15]”。这一描述体现了关系、联系、结构在涌现过程中的作用。

2) “涌现性”研究主题。涌现性是一种组分之间的相干效应或者非加和的属性。这个性质并不存在于任何单个要素当中, 而是系统在低层次构成高层次时才表现出来, 所以人们形象地称其为“涌现”[16]。系统功能之所以往往表现为“整体大于部分之和”与“整体小于部分之和”, 就是因为系统涌现了新质的缘故, 其中“大于部分”与“小于部分”就是涌现的新质[17]。

3) “复杂系统”研究主题。复杂系统的物理研究起源于 19 世纪开始发展的统计力学, 并逐渐渗透到了诸如生命科学、神经科学、计算机科学及人文社科学等领域[18]。复杂系统具有多个特征: 组成单元之间的相互作用具有非线性、随机性; 结构具有无序性; 具有一定的反馈机制等。

4) “复杂网络”研究主题。钱学森给出了复杂网络的一个较严格的定义: 具有自组织、自相似、吸引子、小世界、无标度中部分或全部性质的网络称为复杂网络[19]。复杂网络结构复杂且节点数目巨大, 呈现多种不同特征, 虽然各部分之间相互联系, 但在功能结构上存在差异[20][21]。简而言之即呈现高度复杂性的网络。

5) “复杂网络系统”研究主题。Holland 正式提出了复杂适应系统, 并将其定义为“由规则描述的相互作用主体组成的系统”[22]。其中前四个被视为特性, 而后三个被认为是机制。这一理论为研究由适应性主体构成且具备复杂适应系统特征的各类系统提供了从微观到宏观、从局部到整体的全面视角。

3.2. 研究前沿

突现词是某一个时间段内被引频次突然增多的关键词, 可以用来反应某一时间段内的研究趋势[23]。鉴于此, 为进一步研究涌现研究的发展趋势, 运用 CiteSpace, 参数设置“涌现”, 得到关键词突现词。结果可以看出, 2003 年开始, 涌现的研究进入发展期, 突变词主要有系统, 延续时间长达 5 年。2005~2011

年间系统突变成成为复杂性科学、整体涌现性、特征、agent、复杂性、机制、复杂适应性系统以及系统性科学等；2013~2014 年间突现关键词是复杂网络；2014~2018 年间的突现词为 cas 理论；2017~2023 年间出现大数据、自组织、人工智能、动态演化、涌现性、多微电网、能量管理和群体智能等突现关键词；2015~2016 年间的突现词为涌现论和涌现性；2016~2021 年先后出现演化、自组织、人工智能、信息熵、群体智能等突现关键词，这一阶段可以看出对智能化研究比较广泛。系统、复杂性科学、整体涌现性、cas 理论、复杂适应性系统、大数据、人工智能等突现关键词延续的时间较长。其中大数据、人工智能、涌现性、多微电网、群体智能等突现率一直延续至今，可说明这五个研究主题为涌现目前研究的主要发展趋势。除此之外，关键词时序图也可以用来反映某一研究主题随时间变化的主要研究内容，也能够一定程度上反映某一时间段内的研究趋势，因此运行 CiteSpace，在关键词共现分析基础上，按时间片段生成关键词时序图谱，如图 4 所示。

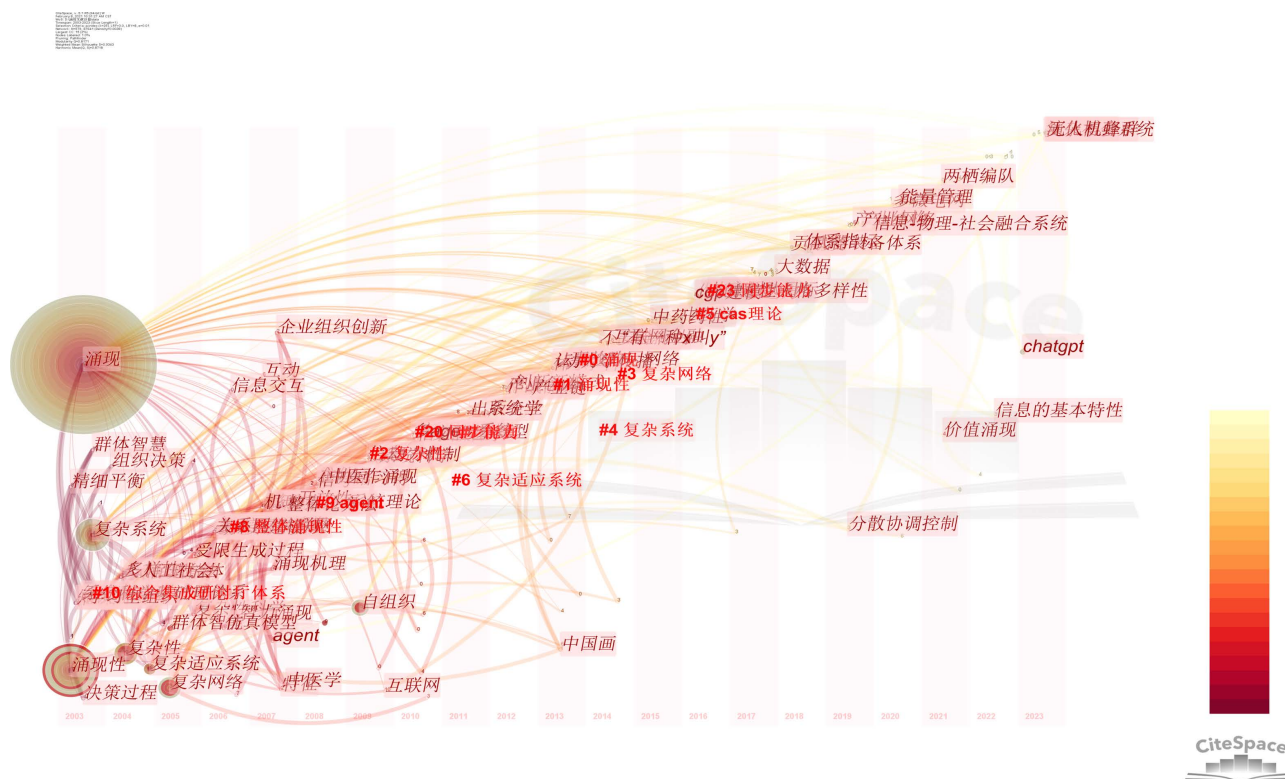


Figure 4. Chronological map of keywords in emerging research fields in China from 2003 to 2023

图 4. 2003~2023 年国内涌现研究领域关键词时序图谱

从上图中可看出在不同时期的关注点不同，因此，可以把涌现研究的演变划分基础发展期研究、中期研究、新时期研究三个阶段，以更好的分析我国涌现研究的发展阶段。

3.2.1. 基础发展期研究

基础期研究是指在突现的开始时间是从 2003 年到 2007 年。在这一期间涌现研究处于起步发展期，由于发文数较少、在涌现方面的关注点不高、对涌现的理解不够全面等众多问题的存在，对涌现研究的培养力度不足，发文量较少，并不能集中展现出其中存在那些问题，如何去研究，用什么方法去研究等。

3.2.2. 中期研究

中期研究是指在突现的开始时间在 2007 年到 2014 年这段时期。这期间关于涌现的文献发布逐渐增

多,可以看出我国学者开始关注涌现研究,虽然研究中面临的问题也逐渐增多,但是也涌现出较多的新兴的主题,同时研究方向开始多元化都在这一时期涌现并受到学界广泛关注,推动我国科技成果转化研究进一步发展。研究大致从涌现、涌现性、复杂系统、复杂网络、演化、自组织、仿真等方面开展。虽然研究的方面比较广泛,但是各方面很难融合,只是分散的对涌现进行研究,还未构成一个完整的体系。

3.2.3. 新时期研究

最新研究前沿主要是指在突现时间在 2014 年至今,从年度发文量可以看出,这一阶段研究达到了近些年的顶峰。在这一时期,随着教育领域不断自我完善及国家支持学术研究的号召,对涌现的研究逐渐细致。在这一时期涌现、涌现性、复杂网络、复杂性系统仍是研究的重点,但区别于以往,新时期对其研究问题深层次剖析,从涌现的形成,复杂系统的应用,复杂网络问题,仿真模拟等方面研究,加强研究的多元性,打破不平衡性;加强研究的协同性,避免孤立性。

4. 讨论

4.1. 加强涌现研究的规范性,缓和无序性

从涌现研究有关的文献发表年度趋势来看,国内涌现的相关研究从 2003 年开始,在此之后,年度发文量经历了从稳步上升到稍有波动,并于 2020 年达到顶峰。从研究的文献中可以看出,涌现研究领域的核心概念较为广泛,对各概念之间的差异和联系缺少相应的研究,而关键性概念表达的不同,涌现既有动词的含义也有名词的含义。国内最多的就是将涌现用作动词来描绘一种新事物的出现,而对名词的涌现研究较少,因此重视对概念的研究有利于规范性,避免在内容上存在大范围的交叉和重叠。

4.2. 加强涌现研究的多元性,打破不平衡性

从作者分布来看,发文量较多的学者之间合作较少,说明我国学者合作意识缺乏、研究范围相对单一。因此学者们更应该加强合作交流,使得涌现的研究领域能够互相交叉,有所交融,促进涌现研究的发展更加全面化、系统化。未来该领域要加强涌现的研究,加强学者之间的合作交流,以便突破现在对涌现研究的僵局,让更多的学者关注涌现这一研究领域。

4.3. 加强涌现研究的协同性,避免孤立性

从涌现相关文献分析结果可以看出:机构之间发文量悬殊较大,且机构之间连线密度较少,说明各机构间的研究较多的为单一研究,与其他机构之间缺乏合作意识。要鼓励跨机构、跨地区和跨国家研究机构合作,促使分散的研究力量形成合作研究网络;要充分利用研究者各自的资源和优势,缩小研究力量的区域性差异,以获得更为丰富的研究条件和研究成果。

5. 结语

当前,涌现领域研究不断深化拓展,但还有较大提升空间,未来研究需要重点关注以下几个方面:第一,涌现的研究发展态势明显。在研究机构方面各个机构还没有建立密切合作关系,机构间的合作较少,合作程度较低,跨机构的合作有待加强。第二,在文献特征方面,建立作者合作关系,以上分析中学者之间的合作较少,未形成紧密的合作网络。第三,在研究阶段方面,国内学者的研究经历了起步期、迅速增长期、缓慢下降期,涌现研究的发展规模较小,涌现增长速度也逐渐放缓,研究质量良莠不齐,因此更多学者将研究重点放在研究涌现机理上。第四,结合国内外研究状况,利用多学科理论和方法形成涌现领域的中国研究范式,使涌现研究更多层面。进一步厘清微观和宏观层面的涌现理论研究问题,

明晰涌现的综合影响机制、涌现与复杂系统的关系、涌现所存在的问题等。此外，未来研究不能局限于理论层面，更应加强善相关应用研究。

参考文献

- [1] Anderson, R.A., Crabtree, B.F. and Steele, D.J. (2005) Case Study Research: The View from Complexity Science. *Qualitative Health Research*, **15**, 669-685. <https://doi.org/10.1177/1049732305275208>
- [2] Benyamin, B.L. and Donde, A.P. (2009) The Leadership of Emergence: A Complex Systems Leadership Theory of Emergence at Successive Organizational Levels. *The Leadership Quarterly*, **20**, 617-630. <https://doi.org/10.1016/j.leaqua.2009.04.006>
- [3] 范冬萍. 复杂性科学哲学视野中的突现性[J]. 哲学研究, 2010(11): 102-107, 129.
- [4] Karil, T. (2014) Complexity-Based Theories of Emergence: Criticisms and Constraints. *International Studies in the Philosophy of Science*, **28**, 277-301. <https://doi.org/10.1080/02698595.2014.953342>
- [5] 王亮家. 以涌现重审人工智能范式的智能实现[J]. 科技传播, 2022, 14(2): 113-117.
- [6] 李祥俊. 性智、量智与涵养——熊十力量论的思想内涵与理论推衍[J]. 杭州师范大学学报(社会科学版), 2013(3): 1-7.
- [7] 陈悦, 陈超美, 刘则渊, 胡志刚, 王贤文. CiteSpace 知识图谱的方法论功能[J]. 科学学研究, 2015, 33(2): 242-253.
- [8] 陈悦, 陈超美. 引文空间分析原理与应用: CiteSpace 实用指南[M]. 北京: 科学出版社, 2014: 12-16.
- [9] 熊金璐, 于迪, 宋来辉, 等. 基于 CiteSpace 的矿物药研究现状可视化分析[J]. 中草药, 2021, 53(4): 1105-1116.
- [10] 丁学东. 文献计量学基础[M]. 北京: 北京大学出版社, 1992.
- [11] 胡臻, 张阳. 基于普赖斯定律与综合指数法的核心作者和扩展核心作者分析——以《西南民族大学学报》(自然科学版)为例[J]. 西南民族大学学报(自然科学版), 2016, 42(3): 351-354.
- [12] 邱淞, 潘黎, 侯剑华. 国际特殊教育研究的热点领域和前沿演进——基于 SSCI 中最有影响力的十种特殊教育期刊文献的计量和可视化分析[J]. 中国特殊教育, 2013(7): 8-16.
- [13] 林德明, 陈超美, 刘则渊. 共被引网络中介中心性的 Zipf-Pareto 分布研究[J]. 情报学报, 2011, 30(1): 76-82.
- [14] Holland, J. (1998) *Emergence from Chaos to Order*. Helix Books, Delaware, 115-124. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198504092.001.0001>
- [15] 欧阳莹之. 复杂系统理论基础[M]. 田宝国, 周亚, 樊瑛, 译. 上海: 上海科技教育出版社, 2002.
- [16] 陈伟, 金福. 霍兰的涌现性思想评析[J]. 沈阳师范大学学报(社会科学版), 2008, 32(1): 4-8.
- [17] 戴晓彬, 张轩钰, 高丽娟, 燕立唐. 强熵效应与大分子体系的熵调控[J]. 高分子学报, 2021, 52(9): 1076-1099.
- [18] 江少钦, 余雪佳, 徐莉梅. 无序复杂系统中的序——2021 年诺贝尔物理学奖解读[J]. 大学物理, 2022, 41(2): 7-14, 62.
- [19] 马满福, 郭晨彪, 李勇, 张钟颖, 张强, 王常青. 基于结构熵的注意力流网络异构性研究[J]. 计算机工程与应用, 2021, 57(23): 98-105.
- [20] Boccaletti, S., Latora, V., Moreno, Y., et al. (2006) Complex Networks: Structure and Dynamics. *Physics Reports*, **424**, 175-308. <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2005.10.009>
- [21] Vazquez, A., Dobrin, R., Sergi, D., et al. (2004) The Topological Relationship between the Large-Scale Attributes and Local Interaction Patterns of Complex Networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **101**, 17940-17945. <https://doi.org/10.1073/pnas.0406024101>
- [22] Koza, J. (1995) Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity. *Artificial Life*, **2**, 333-335. <https://doi.org/10.1162/artl.1995.2.333>
- [23] 刘一新, 张卓. 中国协同创新研究热点与发展趋势分析——基于 CiteSpace 可视化分析[J]. 管理现代化, 2021, 41(1): 39-43.