**报告正文**

**（一）立项依据与研究内容**（**建议8000字以下**）：

1．**项目的立项依据**（研究意义、国内外研究现状及发展动态分析，需结合科学研究发展趋势来论述科学意义；或结合国民经济和社会发展中迫切需要解决的关键科技问题来论述其应用前景。附主要参考文献目录）；

（1） 研究意义

“21世纪是人才的世纪”。近期，我国面临的国内外环境发生了深刻复杂的变化，亟需提升国家原始创新能力，解决众多“卡脖子”技术难题。为推动经济的高质量发展，实现人民的高品质生活，我国的原始创新积累和技术难题解决比过去任何时候都更加需要学术型人才。有效的培养、评价、遴选学术人才成为我国经济社会发展和民生改善的关键性问题。

当前，科学合理的人才评价与管理机制也是国家关注、人民关心的热点问题。科技部、教育部等部门联合开展了“破四唯”专项行动，明确要求破除“唯论文”论等不良导向。其中，重点提出“不数文章”、“不数影响因子”，提倡“代表作制度”，强调论文的质量而非数量，注重标志性成果的学术影响以及对学科发展的贡献，以实现更加全面的人才评价。

在国际上，以学术影响力而非论文数量对学者进行评价已成为通行的标准[UK Influence]。现代信息论的创始人Claude Shannon在近60年的科研岁月中仅独立发表了50篇文章[Shannon]。2018年，滑铁卢大学副教授Donna Strickland以发表在影响因子1.8的期刊上的论文成果[Nobel]获诺贝尔物理学奖。值得指出的是，这篇论文在发表前8年引用数仅为120次，但后期“突然”被发现价值，迄今已被引用接近6000次。学术影响力的重要性也可从科学计量学(Scientometrics)的发展看出。早期，科学计量学的创始人Eugene Garfield提出了著名的指标—影响因子[Impact Factor]，其初衷即是有效度量期刊的学术影响力。后来，学术共同体逐渐认识到期刊的质量并不准确反映每篇文章及其作者的影响力，进而提出了h-index等新型指标[H-index]，以更加全面的评价学者的学术影响力。

针对学术影响力的研究也具有突出的现实意义。项目申请人所在课题组与项目主要参与者所在单位中国科协培训与人才服务中心围绕“智慧科协”项目开展了长期合作。中国科协面向全国9000多万科技工作者，是我国负责人才举荐、专家服务、科技政策与发展战略的重点单位，在学术人才画像、科学家成长轨迹、学科发展趋势分析等方面存在迫切需求。其中，学术影响力是人才画像的核心组成内容与基础。在国际学术界，谷歌学术的学者档案页面是较为通行的人才画像范例，由学者的主要学术影响力指标（总引用、h-index、i10-index）、学术影响力曲线（引用时序变化图）和高影响力论文列表（高引论文）组成。同时，特定学术领域的发展是相关科学家团体群智协同的结果。分析关键的引领性文章以及代表性人物的学术影响力演变对于理解该领域的学科发展脉络起着决定性作用。近年来，随着科技文献的大规模数字化，采用大数据手段开展基于学术影响力的科学发展研究成为科学学（Science of Science）的新兴热点[Science of Science]。

本项目将采用可视分析方法，依托课题组前期在相关方向的工作基础与中国科协培训与人才服务中心的业务需求，进一步围绕学者及著作学术影响力的演化开展研究。可视化，作为连接数据与用户的桥梁、融合机器智能与人类智能的有效手段，已被广泛应用于学术大数据的分析与挖掘。Eugene Garfield在创立科学计量学后，长期从事科学史的可视化工作，研发了HistCite系统[HistCite]以绘制领域文献集合的编年图谱（historiograph）。我国的知名在线学术检索分析系统AMiner[AMiner]、AceMap[AceMap]均整合了丰富的可视化组件。因此，本项目拟开展的学术影响力演化可视分析研究具有极高的价值与重要的科学意义。

* 首先，与HistCite等系统的目标一致，我们的研究面向相关科研领域的用户，辅助他们分析、理解领域内经典论文与著名学者的学术影响力，梳理领域的学科发展脉络。这些用户绝大多数不具备数据科学的相关知识，难以理解数据分析算法与模型的输出结果。可视化方法通过全面直观的界面，降低用户获取学术影响力知识的难度；
* 第二，与传统信息可视化手段相比，新兴的可视分析研究融合了大数据的挖掘与学习方法，可利用相关领域正在不断发展的算法与模型提升性能（如本项目拟采用的学术知识图谱成果）。同时，通过交互式可视化界面，增强了最新模型的可解释性，在工具层面形成分析闭环（Human-in-the-loop），以实现模型性能的调优及工具应用效果的提升；
* 第三，本项目的应用对接单位—中国科协，同时承担了大量面向公众的科普工作。其中，“老科学家学术成长史”、“全球大数据人才状态”等多项工程与学术影响力分析直接相关。在服务大众的科普工作中，可视化方法、工具及系统以其现代感强、吸引力大、交互性高的特点，相比于静态图文资料具有显著的优势。

（2） 国内外研究现状与分析

本项目拟开展的学术影响力可视分析研究主要涉及两个科研方向：学术大数据可视化与学术影响力分析（如图1所示）。下文首先分别总结了这两个方向内的国内外研究现状。最后，对本项目研究直接相关的学术知识图谱构建方法，同时详细分析了学术界与工业界的重要相关工作与发展现状。

（2.1） 学术大数据可视化

学术大数据指在科学研究活动中不断产生的海量学术信息及其复杂关联关系，主要包括学者、论文、单位、会议/期刊等实体，以及这些实体间的合作、引用、出版、主持等关系。仅以聚焦计算机科学领域的AMiner平台[AMiner]为例，共索引了1.3亿名科研人员、2.6亿篇论文成果、11.2亿条引用关系（截止2021年1月）。学术大数据研究的主要优势在于其数据的公开性，世界范围内存在数百个站点定期抓取新生成的学术数据，并提供开放检索或数据下载。其中，规模较大的知名站点包括：谷歌学术[Google Scholar]、DBLP[DBLP]、CiteSeerX[CiteSeerX]、Mendeley[Mendeley]、Microsoft Academic Search [Microsoft Academic Search]、AMiner[AMiner]等。

可视化是学术大数据研究中的重点方向之一，可助力科研人员深入理解所在领域的前沿话题、发展脉络、以及专家学者等关键信息。学术大数据可视化的研究外延非常广泛，已有多篇综述文章及学术图书分别从文献集合可视分析 [ScientificSurvey][ZhangSurvey]、知识可视化[ChaomeiBook][AtlasBook]、文献计量学[BibliometricSurvey]等角度对该领域进行了详细的概括描述。本部分仅对与项目拟研究内容直接相关的三类工作进行介绍：论文引用网络可视化、学者合作网络可视化、论文研究话题可视化。

（2.1.1） 论文引用网络可视化

论文引用网络在学术数据公开在线化浪潮之初即已得到大量关注。由于论文间的引用代表了作者在学术内容与话题关联关系方面最重要观点及行为，论文引用网络的可视化对分析学科发展、话题传播等任务均至为关键。早期，Garfield提出了HistCite可视化工具[HistCite]，并将其作为Web of Science的标准文献引用关系可视化工具。HistCite采用经典的自上而下层次化图布局展示从某篇文章出发的完整引用网络（见图1（a））。HistCite的主要局限性在于：经典文献的引用即使在SCI数据库中也能达到成百上千的数量，而多跳扩展后的引用网络节点数目可达数万，难以采用传统层次化图布局清晰展现。

为解决引用网络规模大的问题，CircleView方法[CircleView]提出将引用网络限制在源论文出发的两跳网络之内，并设计了一种采用中心发散布局的气泡图可视化，仍然使用节点-边的可视表示方法展示两跳引用网络。为解决相同的问题，CitNetExplorer工具[CitNetExplorer]引入了多个图处理概念，如传递规约（transitive reduction）、钻取扩展（drill down and expansion）等方法。这些方法可在大规模引用网络中过滤掉不重要的引用连接与节点，同时保留核心引用网络，以保证有效的可视化。类似地，Citeology系统[Citeology]采用人机交互的思路，设计了多种可视化交互模式，以从大规模的应用网络中直观发现需要的知识与规律，包括路径高亮、视图变换等交互方法（见图1（b））。引用网络的可视化方法也常与其他学术数据及分析方法相结合，以提升分析效果。Action Science Explorer（ASE）工具[Dunne2012Rapid]将论文引用网络可视化、论文引用的统计分析数据、论文内容的文本分析结果等信息汇总于同一个可视化界面（见图1（c））。案例调研及用户实验结果表明，ASE可视化工具在分析发现新型研究领域等方面具有显著优势。

与论文间的直接引用网络相比，文献计量学领域更常采用共引关系网络(Co-Citation)研究学科领域的前沿进展。共引关系定义为两篇文献被一篇或多篇其他文献同时引用的关系。一般认为，存在共引关系的文献具有更相似的内容主题，而基于共引关系的文献聚类可被用于总结学科前沿的不同分支[CocitationCluster]。著名的CiteSpace II系统[CiteSpaceII]即是采用共引聚类的文献集合可视化典型方法。CiteSpace II同样采用节点-边可视化形式（见图1（d））。其每个节点表示领域内重要的学术文献，并设计了树形环隐喻（tree-ring）展现其引用统计信息。CiteSpace II系统在文献计量学中被成功应用于多个领域前沿发展的可视化，如医学大数据分析领域[CocitationMedical]、政府社会资本合作领域（public–private partnerships (PPPs)）[CocitationPPP]。

在传统的节点-边论文共引网络可视化方法之外，Zhang等人提出了一种应用频繁模式树结构（FP-tree）的方法[CocitationMatrix]。该方法可更直观的可视化某话题文献集合内部的共引聚类，并能够同时展现共引聚类的子结构（如图1（e））。CoCoa可视化工具[CoCoa]将论文共引网络与作者合作网络并列排布于同一个视图内并将它们链接起来。该工具同时使用LDA等文本分析方法展现论文与作者聚类的内容信息，以帮助领域的初学者定位重要的学者与论文。在共引网络可视化方面，VOSviewer[VOSviewer]也是应用广泛的著名工具。它采用多种地图可视化隐喻，以全面展现多类型的文献引用网络（如图1（f））。

与本申请直接相关的学术影响力网络可由论文引用网络直接生成。简单来说，论文A引用论文B的一条引用关系等价于论文B对论文A的一条影响关系。因此，论文学术影响力网络即是论文引用网络的有向图版本，而学者学术影响力网络可由其论文学术影响力网络聚合而成。然而，当前关于学术影响力网络可视化的已有研究数量相对较少。Noel等人基于论文共引网络定义了学术影响力网络，并采用最小生成树(minimum spanning tree)方法提取学术影响力网络的骨干用于直观可视化[CocitationCount]。Maguire等人提出了一种图标可视化方法[PubImpact]，将从论文影响力网络中提取的论文单跳影响力网络转化为标准的图形格式，以呈现单篇论文的影响力并辅助论文间的比较（如图1（g））。Eiffel系统[Eiffel]应用Shi等人提出的影响力流动最大化摘要方法[VEGAS]，可将单篇论文的完整影响力网络总结为流最大化定义下最优的聚类结构。Eiffel系统同时可展示论文影响力随时间演变的规律，以协助研究人员理解特定话题学术发展的脉络（如图1（h））。InfluenceFlower可视化工具[InfluenceFlower]将论文影响力网络按照学者、会议、期刊聚合，通过个人中心网络展现他们的学术影响力（如图1（i）

（2.1.2） 学者合作网络可视化

学者合作网络一般指通过共同发表学术文章、图书、专利等正式研究成果而形成的学者间的合作网络。与论文引用网络相比，针对某领域的学者合作网络（仅包括成果较多的学者）通常规模较小。同时，仅就学者合作网络自身而言，与学术话题发展的关联度不高。因此，学者合作网络可视化的技术挑战难度较小、实用性不强，在高水平研究性期刊会议发表的相关成果相对较少。学术界和工业界往往直接应用通用网络可视化工具展现、分析学者合作网络。典型的工具包括Pajek[Pajek]、Gephi[Gephi]、NodeXL[NodeXL]等。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| （a） | （b） | （c） |
| （d） | （e） | （f） |
| （g） | （h） | （i） |

图1 论文引用网络可视化国内外研究成果示例：（a）HistCite经典引用网络可视化布局；（b）Citeology交互式引用网络可视化系统；（c）Action Science Explorer论文引用信息多视图综合可视化工具；（d）CiteSpace II系统；（e）应用FP-tree方法的论文引用树可视化；（f）VOSviewer工具；（g）论文影响力图标可视化方法；（h）Eiffel学术影响力流动最大化可视分析系统；（i）InfluenceFlower个人中心影响力可视化工具。

此外，Ke等人的InfoVis’04竞赛论文[InfoVisPub]设计了一种新方法以表示信息可视化领域的学者合作关系（如图2（a））。他们将论文的引用统计信息有机的整合进学者合作网络可视化中，可同时展现领域中学者的活跃度与影响力。Chinchilla-Rodríguez等人将作者合作网络按照单位、国别聚合，提出了一种卫星轨道隐喻以展示某个国家在特定领域的国际合作现状[SciColVis]（如图2（b））。EgoNetCloud是一种事件中心动态网络可视化方法[EgoNetCloud]。应用于学者合作网络时，可用于清晰的展现某位学者的合作网络随时间动态变化的趋势（如图2（c））。Latif等人设计了VIS Author Profiles工具[VisAuthorProfile]，通过将学者的基本信息（研究话题、单位等）与其论文发表记录、论文合作历史进行联合分析，更加综合的展现了学者的学术档案（如图2（d））。应用案例表明，该工具在学术招聘场景中可用于对候选人进行直观比较；在专家检索场景中，该工具可更有效地辅助定位对口专家。

|  |  |
| --- | --- |
| （a） | （b） |
| （c） | （d） |

图2 学者合作网络可视化国内外研究成果示例：（a）同时展现学者活跃度与影响力的学者合作网络可视化方法；（b）国家间国际合作可视化；（c）EgoNetCloud工具应用于学者合作动态网络可视化；（d）VIS Author Profiles工具进行学者基本信息与论文发表合作记录的联合可视分析。

（2.1.3） 论文研究话题可视化

论文研究话题可视化是文本可视化领域的重要分支，典型研究常结合文本挖掘方法与新型可视化设计。例如，PaperLens[PaperLens]从给定会议或期刊的论文集合中自动抽取话题关键字，并以直方图展现这些话题随时间变化的趋势。其中，集合中的论文按照话题聚合。PaperLens同时可视化了领域中的高引作者排名随时间演变的情况，并允许用户可视分析相关作者的合作网络。

Cite2vec [cite2vec]可视化方法面向大规模文献集合（或文档集合）。该方法首先抽取每篇文献在其他文献中的citation context（即引文的内容）。之后，采用新型word2vec词嵌入方法，将引文视为关键字，构建引文和关键字的统一嵌入空间（如图3（a））。Cite2vec使用高维映射的方法在二维平面展示引文和关键字的分布，同时支持对文献的过滤与交互比较分析。iVisClustering [iVisClustering]是一种针对软聚类算法（如LDA）的交互式可视化方法。该方法在直观展现每个聚类的内容之外，还提供对软聚类结果的高维呈现，以及对聚类结果的交互式过滤、调整、重组。在应用于文献数据集时，iVisClustering有效的支持了对数据噪声的清洗、对研究话题的优化、以及对子聚类的合并。类似地，UTOPIAN[UTOPIAN]可视分析工具采用了非负矩阵分解方法（NMF）对文档集合进行话题建模。UTOPIAN的创新性在于它提供了更强大的用户交互支持，如对话题关键字权重的调整、分裂/合并相似的话题、根据用户选择的文档添加新话题等。Chuang等人开发了Termite可视化系统[Termite]以分析话题建模算法的输出结果。该系统采用关键字-话题矩阵展示每个话题内部最独特的关键字，从而全面揭示文档集合的话题分布。Gretarsson等人设计了TopicNets可视化方法[TopicNets]，将话题建模算法结果以节点-边形式展示，并支持基于Web的可视化话题分析。用户可利用TopicNets交互分析他们与文献及学术机构的关联。

研究话题的动态演变也是该领域的重要课题，其中大部分研究基于话题建模方面的研究方法。TextFlow应用Hierarchical Dirichlet Process(HDP)建模方法可视化话题的分裂与合并[TextFlow]（见图3（b））。Themedelta采用动态时序分割算法与话题模型相结合，以发现话题中的关键变动漂移点，并设计了一种新型变宽度平行坐标轴可视化方法展现话题的演变[Themedelta]。Galex可视化系统引入Doc2Vec分布式文本表示方法将文献转化为向量，并利用t-SNE可视化方法将文献映射到二维平面[Galex]。通过结合散点图与等高线图的可视化设计，Galex支持对学术界态势的三层可视化分析：学科—领域—话题（见图3（c））。ThoughtFlow工具[IdeaGen]结合话题生成模型与定制的可视化设计帮助用户从文献集合中发现新的学术想法，以完成项目申请撰写等任务。Zhang等人应用层次话题模型挖掘了多个不同领域内的研究话题，并将这些话题相关联以发现跨领域的话题。他们同时设计了一种Sankey图[CrossMining]，用于直观呈现跨领域话题间的关联关系以及随时间的演化趋势。

CiteRivers引用数据可视化工具[CiteRivers]集成了谱聚类等文本数据分析方法，将挖掘得到的论文集合话题演变信息与论文的引用信息通过可视化链接有机的结合起来。该工具设计了多个联合视图，以内容流图、引用图谱等形式同时展现了特定领域内研究话题与引用这些内容话题的期刊会议的频率（如图3（d））。通过针对国际可视化会议（IEEE VIS）三个分会研究内容与引用关系的演化分析，验证了CiteRivers工具的有效性。

与话题建模方法不同，Wu等人引入seam carving算法在多组词云间保持其语义的稳定性（见图3（e）），可有效地用于词云的比较以及内容演变的可视检测[Yingcai]。Cao等人提出了FacetAtlas可视化方法[FacetAtlas]，将文本搜索技术与可视分析工具相结合，支持文档集合多层面的关联分析。其中，主要的创新点在于提出多层面连接边、优化的密度图、以及层面间的上下文切换方法。Fried等人从文献集合的标题中抽取关键词，将关键词的相似性图以地图隐喻绘制，制成了计算机科学专业的学科地图[CSMap]。

|  |
| --- |
| （a） |
| （b） |
| （c） |
| （d） |
| （e） |

图3 学者合作网络可视化示例：（a）Cite2vec引文与关键词联合可视化；（b）TextFlow话题分裂与合并可视化；（c）Galex学术界态势层次化可视分析；（d）CiteRivers论文话题演变与引用情况联合可视化；（e）词云的语义保持可视化。

（2.2） 学术影响力分析

### [A review of the literature on citation impact indicators](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751157715300900)

（2.3） 学术知识图谱构建

（3） 本研究出发点与立项依据

通过对国内外学术影响力可视分析的相关研究历史与现状分析，我们总结出以下三个重要趋势：第一，本领域前期研究多围绕引用数据及共同作者关系数据，例如引用网络、作者合作网络的可视化。相关工作中结合学术论文的语义内容开展研究的比例不高，对于语义内容的使用大部分局限于特定论文或作者信息的列表式展示。当前，在我国人才评价提倡重“质”轻“量”的大背景下，具体成果的语义内容相较于成果的引用等数量应当占据更大的权重，在学术影响力分析中亟需融合成果的语义内容。第二，相关研究工作大多直接构建于历史学术数据集之上，进而形成学术关系或影响力的静态可视化展示，对于学术关系的动态变化与学术影响力的演化分析关注较少。为揭示特定领域的学科发展脉络，应以发展的眼光考察历史学术数据。学术影响力的演化分析与可视化是其中需要深入研究的课题。第三，在学术大数据分析领域，影响因子、h-index等影响力分析指标已深入人心，并在学术评价、专家搜索、学科评估等重要场景得到了广泛的应用。然而，虽然针对学术影响力与学术大数据的可视化研究正在成为前沿热点，结合现代可视化与可视分析方法的应用落地相对较少，仍需通过典型应用证明其研究的价值。

在大数据与人工智能时代，针对学术影响力的可视分析研究也迎来了多重机遇。首先，科技文献等关键数据的数字化程度逐年上升，并通过DBLP、CiteSeerX，微软学术图谱等大型项目提供开放下载。项目组也通过与AMiner等国内知名学术资源库团队的长期合作[Vegas][EgoNetCloud]，积累了大量的学术数据，可用于学术影响力可视分析研究。第二，以深度学习为代表的人工智能领域近年来取得了突破性进展，尤其在对于文本的语义分析方面，提出了分布式表示系统化方法。该方法相较于经典的词袋模型以及话题生成模型，可提供更为准确、细粒度的向量化表示，以诠释文本内容的语义。这使得基于语义的学术影响力分析工作成为可能。第三，项目的应用对接单位—中国科协在人才画像构建、科学家成长轨迹分析、学科发展趋势呈现等方面有着迫切的需求。这些需求与学术影响力可视分析研究具有高度关联，部分研究成果可直接应用于中国科协相关的信息系统。

综上所述，通过对相关领域研究现状的梳理以及当前研究机遇的分析，基于项目组的工作基础，拟进一步开展“基于语义的学术影响力演化可视分析研究”，力图在可视化分析“论文影响一张图、人才成长一条路、学科发展一盘棋”等方面取得成果。本项目的特色之处在于：首先，与经典的静态引用关系分析不同，充分利用可视化方法全面直观的优势，聚焦学术影响力的演化；第二，在传统的引用图（网络）分析之上，利用相对成熟的学术知识图谱技术，开展学术内容语义结合学术网络链接的联合学术影响力分析；第三，借助项目组在论文影响力可视分析方面的研究基础，开展论文、学者及领域的综合学术影响力演化可视分析研究。

本项目的研究也面临着诸多挑战：首先，由于学术数据的复杂性，其文本内容、引用链接结构、时序动态变化具有典型的高维特性，在传统的2维可视化空间直观展示存在极高的难度，需要提出精巧的可视化设计以及有效的数据融合算法；第二，在当今知识爆炸的时代，学术领军人才的引用数可超过万次、学科前沿领域每年的论文发表量上千。从海量相关数据中挖掘领军人才与前沿领域的学术影响与发展脉络，需要提出快速高效的数据摘要分析方法；第三，从相关研究现状分析可知，当前主流方法构建的学术知识图谱基于论文分类体系与全文内容，得出的关联关系可存在于无相互学术影响的论文之间，存在定位不准、分类不全、粒度不细等问题，因此不能直接应用于学术影响力的分析。项目组将力争在项目执行期内在上述难题上取得突破性进展。

近十年来，通过本领域学者与学术共同体的不懈努力，我国已在图可视化、文本可视化、可视分析应用等项目相关的研究方向上取得了众多突出的学术成果，并在国际上取得了相应的学术地位。本项目的顺利开展将进一步加强我国在可视化与可视分析领域的优势方向。同时，通过与中国科协等应用单位的密切合作，促进可视化研究在国内行业的应用落地。

[CircleView]

@inproceedings{bergstrom2006circleview,

title={CircleView: Scalable visualization and navigation of citation networks},

author={Bergstr{\"o}m, Peter and Whitehead Jr, E James},

booktitle={Proceedings of the 2006 Symposium on Interactive Visual Information Collections and Activity},

pages={19--21},

year={2006},

organization={Citeseer}

}

[CitNetExplorer]

@article{van2014citnetexplorer,

title={CitNetExplorer: A new software tool for analyzing and visualizing citation networks},

author={Van Eck, Nees Jan and Waltman, Ludo},

journal={Journal of informetrics},

volume={8},

number={4},

pages={802--823},

year={2014},

publisher={Elsevier}

}

[Dunne2012Rapid]

@article{dunne2012rapid,

title={Rapid understanding of scientific paper collections: Integrating statistics, text analytics, and visualization},

author={Dunne, Cody and Shneiderman, Ben and Gove, Robert and Klavans, Judith and Dorr, Bonnie},

journal={Journal of the American Society for Information Science and Technology},

volume={63},

number={12},

pages={2351--2369},

year={2012},

publisher={Wiley Online Library}

}

[Citeology]

@incollection{matejka2012citeology,

title={Citeology: visualizing paper genealogy},

author={Matejka, Justin and Grossman, Tovi and Fitzmaurice, George},

booktitle={CHI'12 extended abstracts on human factors in computing systems},

pages={181--190},

year={2012}

}

[CocitationCluster]

@article{chen2010structure,

title={The structure and dynamics of cocitation clusters: A multiple-perspective cocitation analysis},

author={Chen, Chaomei and Ibekwe-SanJuan, Fidelia and Hou, Jianhua},

journal={Journal of the American Society for information Science and Technology},

volume={61},

number={7},

pages={1386--1409},

year={2010},

publisher={Wiley Online Library}

}

[CiteSpaceII]

@article{chen2006citespace,

title={CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature},

author={Chen, Chaomei},

journal={Journal of the American Society for information Science and Technology},

volume={57},

number={3},

pages={359--377},

year={2006},

publisher={Wiley Online Library}

}

[CocitationMatrix]

@article{zhang2009visualizing,

title={Visualizing the intellectual structure with paper-reference matrices},

author={Zhang, Jian and Chen, Chaomei and Li, Jiexun},

journal={IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics},

volume={15},

number={6},

pages={1153--1160},

year={2009},

publisher={IEEE}

}

[CoCoa]

@inproceedings{nakazawa2019cocoa,

title={CoCoa: A Linked Network Visualization System of Co-citation and Co-author Relationships.},

author={Nakazawa, Rina and Itoh, Takayuki and Saito, Takafumi},

booktitle={EuroVis (Short Papers)},

pages={109--113},

year={2019}

}

[VOSviewer]

@article{van2010software,

title={Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping},

author={Van Eck, Nees Jan and Waltman, Ludo},

journal={scientometrics},

volume={84},

number={2},

pages={523--538},

year={2010},

publisher={Springer}

}

[CocitationMedical]

@article{liao2018bibliometric,

title={A bibliometric analysis and visualization of medical big data research},

author={Liao, Huchang and Tang, Ming and Luo, Li and Li, Chunyang and Chiclana, Francisco and Zeng, Xiao-Jun},

journal={Sustainability},

volume={10},

number={1},

pages={166},

year={2018},

publisher={Multidisciplinary Digital Publishing Institute}

}

[CocitationPPP]

@article{song2016review,

title={A review of emerging trends in global PPP research: analysis and visualization},

author={Song, Jinbo and Zhang, Honglian and Dong, Wanli},

journal={Scientometrics},

volume={107},

number={3},

pages={1111--1147},

year={2016},

publisher={Springer}

}

[CocitationCount]

@article{noel2003co,

title={Co-citation count vs correlation for influence network visualization},

author={Noel, Steven and Chu, Chee-Hung Henry and Raghavan, Vijay},

journal={Information Visualization},

volume={2},

number={3},

pages={160--170},

year={2003},

publisher={SAGE Publications Sage UK: London, England}

}

[PubImpact]

@inproceedings{maguire2016visualization,

title={Visualization of Publication Impact},

author={Maguire, Eamonn and Montull, Javier Martin and Louppe, Gilles},

booktitle={EuroVis' 16 Proceedings of the Eurographics/IEEE VGTC Conference on Visualization: Short Papers},

year={2016}

}

[Eiffel]

@article{huang2019eiffel,

title={Eiffel: Evolutionary flow map for influence graph visualization},

author={Huang, Yucheng and Shi, Lei and Su, Yue and Hu, Yifan and Tong, Hanghang and Wang, Chaoli and Yang, Tong and Wang, Deyun and Liang, Shuo},

journal={IEEE transactions on visualization and computer graphics},

volume={26},

number={10},

pages={2944--2960},

year={2019},

publisher={IEEE}

}

[VEGAS]

@article{shi2015vegas,

title={Vegas: Visual influence graph summarization on citation networks},

author={Shi, Lei and Tong, Hanghang and Tang, Jie and Lin, Chuang},

journal={IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering},

volume={27},

number={12},

pages={3417--3431},

year={2015},

publisher={IEEE}

}

[InfluenceFlower]

@inproceedings{shin2019influence,

title={Influence flowers of academic entities},

author={Shin, Minjeong and Soen, Alexander and Readshaw, Benjamin T and Blackburn, Stephen M and Whitelaw, Mitchell and Xie, Lexing},

booktitle={2019 IEEE conference on visual analytics science and technology (VAST)},

pages={1--10},

year={2019},

organization={IEEE}

}

[InfoVisPub]

@inproceedings{ke4major,

title={Major Information Visualization Authors, Papers and Topics in the ACM Library},

author={Ke, Weimao and B{\"o}rner, Katy and Viswanath, Lalitha},

booktitle={IEEE Information Visualization Symposium Posters},

volume={4},

pages={1999--2002},

organization={Citeseer}

}

[Pajek]

@incollection{batagelj2004pajek,

title={Pajek—analysis and visualization of large networks},

author={Batagelj, Vladimir and Mrvar, Andrej},

booktitle={Graph drawing software},

pages={77--103},

year={2004},

publisher={Springer}

}

[Gephi]

@inproceedings{bastian2009gephi,

title={Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks},

author={Bastian, Mathieu and Heymann, Sebastien and Jacomy, Mathieu},

booktitle={Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media},

volume={3},

number={1},

year={2009}

}

[NodeXL]

@inproceedings{smith2009analyzing,

title={Analyzing (social media) networks with NodeXL},

author={Smith, Marc A and Shneiderman, Ben and Milic-Frayling, Natasa and Mendes Rodrigues, Eduarda and Barash, Vladimir and Dunne, Cody and Capone, Tony and Perer, Adam and Gleave, Eric},

booktitle={Proceedings of the fourth international conference on Communities and technologies},

pages={255--264},

year={2009}

}

[SciColVis]

@article{chinchilla2010new,

title={New approach to the visualization of international scientific collaboration},

author={Chinchilla-Rodr{\'\i}guez, Zaida and Vargas-Quesada, Benjam{\'\i}n and Hassan-Montero, Yusef and Gonz{\'a}lez-Molina, Antonio and Moya-Aneg{\'o}na, F{\'e}lix},

journal={Information visualization},

volume={9},

number={4},

pages={277--287},

year={2010},

publisher={Sage Publications Sage UK: London, England}

}

[VisAuthorProfile]

@article{latif2018vis,

title={Vis author profiles: Interactive descriptions of publication records combining text and visualization},

author={Latif, Shahid and Beck, Fabian},

journal={IEEE transactions on visualization and computer graphics},

volume={25},

number={1},

pages={152--161},

year={2018},

publisher={IEEE}

}

[CiteRivers]

@article{heimerl2015citerivers,

title={CiteRivers: Visual analytics of citation patterns},

author={Heimerl, Florian and Han, Qi and Koch, Steffen and Ertl, Thomas},

journal={IEEE transactions on visualization and computer graphics},

volume={22},

number={1},

pages={190--199},

year={2015},

publisher={IEEE}

}

[PaperLens]

@inproceedings{lee2005understanding,

title={Understanding research trends in conferences using PaperLens},

author={Lee, Bongshin and Czerwinski, Mary and Robertson, George and Bederson, Benjamin B},

booktitle={CHI'05 extended abstracts on Human factors in computing systems},

pages={1969--1972},

year={2005}

}

[CrossMining]

@article{jiang2016text,

title={A text visualization method for cross-domain research topic mining},

author={Jiang, Xinyi and Zhang, Jiawan},

journal={Journal of Visualization},

volume={19},

number={3},

pages={561--576},

year={2016},

publisher={Springer}

}

[cite2vec]

@article{berger2016cite2vec,

title={cite2vec: Citation-driven document exploration via word embeddings},

author={Berger, Matthew and McDonough, Katherine and Seversky, Lee M},

journal={IEEE transactions on visualization and computer graphics},

volume={23},

number={1},

pages={691--700},

year={2016},

publisher={IEEE}

}

[iVisClustering]

@inproceedings{lee2012ivisclustering,

title={iVisClustering: An interactive visual document clustering via topic modeling},

author={Lee, Hanseung and Kihm, Jaeyeon and Choo, Jaegul and Stasko, John and Park, Haesun},

booktitle={Computer graphics forum},

volume={31},

number={3pt3},

pages={1155--1164},

year={2012},

organization={Wiley Online Library}

}

[UTOPIAN]

@article{choo2013utopian,

title={Utopian: User-driven topic modeling based on interactive nonnegative matrix factorization},

author={Choo, Jaegul and Lee, Changhyun and Reddy, Chandan K and Park, Haesun},

journal={IEEE transactions on visualization and computer graphics},

volume={19},

number={12},

pages={1992--2001},

year={2013},

publisher={IEEE}

}

[Termite]

@inproceedings{chuang2012termite,

title={Termite: Visualization techniques for assessing textual topic models},

author={Chuang, Jason and Manning, Christopher D and Heer, Jeffrey},

booktitle={Proceedings of the international working conference on advanced visual interfaces},

pages={74--77},

year={2012}

}

[TopicNets]

@article{gretarsson2012topicnets,

title={Topicnets: Visual analysis of large text corpora with topic modeling},

author={Gretarsson, Brynjar and O’donovan, John and Bostandjiev, Svetlin and H{\"o}llerer, Tobias and Asuncion, Arthur and Newman, David and Smyth, Padhraic},

journal={ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST)},

volume={3},

number={2},

pages={1--26},

year={2012},

publisher={ACM New York, NY, USA}

}

[Themedelta]

@article{gad2015themedelta,

title={ThemeDelta: Dynamic segmentations over temporal topic models},

author={Gad, Samah and Javed, Waqas and Ghani, Sohaib and Elmqvist, Niklas and Ewing, Tom and Hampton, Keith N and Ramakrishnan, Naren},

journal={IEEE transactions on visualization and computer graphics},

volume={21},

number={5},

pages={672--685},

year={2015},

publisher={IEEE}

}

[FacetAtlas]

@article{cao2010facetatlas,

title={Facetatlas: Multifaceted visualization for rich text corpora},

author={Cao, Nan and Sun, Jimeng and Lin, Yu-Ru and Gotz, David and Liu, Shixia and Qu, Huamin},

journal={IEEE transactions on visualization and computer graphics},

volume={16},

number={6},

pages={1172--1181},

year={2010},

publisher={IEEE}

}

[TopicPanorama]

@article{wang2016topicpanorama,

title={TopicPanorama: A full picture of relevant topics},

author={Wang, Xiting and Liu, Shixia and Liu, Junlin and Chen, Jianfei and Zhu, Jun and Guo, Baining},

journal={IEEE transactions on visualization and computer graphics},

volume={22},

number={12},

pages={2508--2521},

year={2016},

publisher={IEEE}

}

[Yingcai]

@inproceedings{wu2011semantic,

title={Semantic-preserving word clouds by seam carving},

author={Wu, Yingcai and Provan, Thomas and Wei, Furu and Liu, Shixia and Ma, Kwan-Liu},

booktitle={Computer Graphics Forum},

volume={30},

number={3},

pages={741--750},

year={2011},

organization={Wiley Online Library}

}

[TextFlow]

@article{cui2011textflow,

title={Textflow: Towards better understanding of evolving topics in text},

author={Cui, Weiwei and Liu, Shixia and Tan, Li and Shi, Conglei and Song, Yangqiu and Gao, Zekai and Qu, Huamin and Tong, Xin},

journal={IEEE transactions on visualization and computer graphics},

volume={17},

number={12},

pages={2412--2421},

year={2011},

publisher={IEEE}

}

[CSMap]

@inproceedings{fried2014maps,

title={Maps of computer science},

author={Fried, Daniel and Kobourov, Stephen G},

booktitle={2014 IEEE Pacific Visualization Symposium},

pages={113--120},

year={2014},

organization={IEEE}

}

[Galex]

@article{li2019galex,

title={Galex: Exploring the evolution and intersection of disciplines},

author={Li, Zeyu and Zhang, Changhong and Jia, Shichao and Zhang, Jiawan},

journal={IEEE transactions on visualization and computer graphics},

volume={26},

number={1},

pages={1182--1192},

year={2019},

publisher={IEEE}

}

[IdeaGen]

@article{guo2018topic,

title={Topic-based exploration and embedded visualizations for research idea generation},

author={Guo, Hua and Laidlaw, David H},

journal={IEEE transactions on visualization and computer graphics},

volume={26},

number={3},

pages={1592--1607},

year={2018},

publisher={IEEE}

}

[ScientificSurvey]

@article{federico2016survey,

title={A survey on visual approaches for analyzing scientific literature and patents},

author={Federico, Paolo and Heimerl, Florian and Koch, Steffen and Miksch, Silvia},

journal={IEEE transactions on visualization and computer graphics},

volume={23},

number={9},

pages={2179--2198},

year={2016},

publisher={IEEE}

}

[ZhangSurvey]

@article{zhang2018survey,

title={A survey on visualization for scientific literature topics},

author={Zhang, Changhong and Li, Zeyu and Zhang, Jiawan},

journal={Journal of Visualization},

volume={21},

number={2},

pages={321--335},

year={2018},

publisher={Springer}

}

[ChaomeiBook]

@article{chen2013mapping,

title={Mapping scientific frontiers: the quest for knowledge visualization},

author={Chen, Chaomei},

year={2013},

publisher={Springer}

}

[AtlasBook]

@book{borner2010atlas,

title={Atlas of science: Visualizing what we know},

author={B{\"o}rner, Katy},

year={2010},

publisher={MIT Press}

}

[BibliometricSurvey]

@incollection{van2014visualizing,

title={Visualizing bibliometric networks},

author={Van Eck, Nees Jan and Waltman, Ludo},

booktitle={Measuring scholarly impact},

pages={285--320},

year={2014},

publisher={Springer}

}

[Shannon]

@book{shannon1993claude,

title={Claude elwood shannon: Collected papers},

author={Shannon, Claude E},

year={1993},

publisher={IEEE press}

}

[UK influence]

@misc{gilbert2010uk,

title={UK science will be judged on impact},

author={Gilbert, Natasha},

year={2010},

publisher={Nature Publishing Group}

}

[Impact Factor]

@article{garfield1994impact,

title={The impact factor},

author={Garfield, Eugene and others},

journal={Current contents},

volume={25},

number={20},

pages={3--7},

year={1994},

publisher={Philadelphia}

}

[Nobel]

@article{strickland1985compression,

title={Compression of amplified chirped optical pulses},

author={Strickland, Donna and Mourou, Gerard},

journal={Optics communications},

volume={55},

number={6},

pages={447--449},

year={1985},

publisher={Elsevier}

}

[H-index]

@article{hirsch2005index,

title={An index to quantify an individual's scientific research output},

author={Hirsch, Jorge E},

journal={Proceedings of the National academy of Sciences},

volume={102},

number={46},

pages={16569--16572},

year={2005},

publisher={National Acad Sciences}

}

[Science of Science]

@article{fortunato2018science,

title={Science of science},

author={Fortunato, Santo and Bergstrom, Carl T and B{\"o}rner, Katy and Evans, James A and Helbing, Dirk and Milojevi{\'c}, Sta{\v{s}}a and Petersen, Alexander M and Radicchi, Filippo and Sinatra, Roberta and Uzzi, Brian and others},

journal={Science},

volume={359},

number={6379},

year={2018},

publisher={American Association for the Advancement of Science}

}

[HistCite]

@article{garfield2009science,

title={From the science of science to Scientometrics visualizing the history of science with HistCite software},

author={Garfield, Eugene},

journal={Journal of Informetrics},

volume={3},

number={3},

pages={173--179},

year={2009},

publisher={Elsevier}

}

[AMiner]

@inproceedings{tang2008arnetminer,

title={Arnetminer: extraction and mining of academic social networks},

author={Tang, Jie and Zhang, Jing and Yao, Limin and Li, Juanzi and Zhang, Li and Su, Zhong},

booktitle={Proceedings of the 14th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining},

pages={990--998},

year={2008}

}

[ACEMap]

@inproceedings{tan2016acemap,

title={AceMap: A novel approach towards displaying relationship among academic literatures},

author={Tan, Zhaowei and Liu, Changfeng and Mao, Yuning and Guo, Yunqi and Shen, Jiaming and Wang, Xinbing},

booktitle={Proceedings of the 25th international conference companion on world wide web},

pages={437--442},

year={2016}

}

[EgoNetCloud]

@inproceedings{liu2015egonetcloud,

title={EgoNetCloud: Event-based egocentric dynamic network visualization},

author={Liu, Qingsong and Hu, Yifan and Shi, Lei and Mu, Xinzhu and Zhang, Yutao and Tang, Jie},

booktitle={IEEE Conference on Visual Analytics Science and Technology (VAST)},

pages={65--72},

year={2015},

organization={IEEE}

}

[Google Scholar]

@misc{GS,

title = {Google Scholar},

year = {2020},

url = { https://scholar.google.com/}

}

[DBLP]

同上

[CiteSeerX]

同上

[Mendeley]

同上

[Microsoft Academic Search]

同上

[AMiner]

同上

2．**项目的研究内容、研究目标，以及拟解决的关键科学问题**（此部分为重点阐述内容）**；**

3．**拟采取的研究方案及可行性分析**（包括研究方法、技术路线、实验手段、关键技术等说明）；

4．**本项目的特色与创新之处；**

5．**年度研究计划及预期研究结果**（包括拟组织的重要学术交流活动、国际合作与交流计划等）。

**（二）研究基础与工作条件**

1．**研究基础**（与本项目相关的研究工作积累和已取得的研究工作成绩）；

2．**工作条件**（包括已具备的实验条件，尚缺少的实验条件和拟解决的途径，包括利用国家实验室、国家重点实验室和部门重点实验室等研究基地的计划与落实情况）；

3．**正在承担的与本项目相关的科研项目情况**（申请人和项目组主要参与者正在承担的与本项目相关的科研项目情况，包括国家自然科学基金的项目和国家其他科技计划项目，要注明项目的名称和编号、经费来源、起止年月、与本项目的关系及负责的内容等）；

4．**完成国家自然科学基金项目情况**（对申请人负责的前一个已结题科学基金项目（项目名称及批准号）完成情况、后续研究进展及与本申请项目的关系加以详细说明。另附该已结题项目研究工作总结摘要（限500字）和相关成果的详细目录）。

**（三）其他需要说明的问题**

1. 申请人同年申请不同类型的国家自然科学基金项目情况（列明同年申请的其他项目的项目类型、项目名称信息，并说明与本项目之间的区别与联系）。

2. 具有高级专业技术职务（职称）的申请人或者主要参与者是否存在同年申请或者参与申请国家自然科学基金项目的单位不一致的情况；如存在上述情况，列明所涉及人员的姓名，申请或参与申请的其他项目的项目类型、项目名称、单位名称、上述人员在该项目中是申请人还是参与者，并说明单位不一致原因。

3. 具有高级专业技术职务（职称）的申请人或者主要参与者是否存在与正在承担的国家自然科学基金项目的单位不一致的情况；如存在上述情况，列明所涉及人员的姓名，正在承担项目的批准号、项目类型、项目名称、单位名称、起止年月，并说明单位不一致原因。

4. 其他。