

基于 CiteSpace 的全球纺织业知识可视化研究

刘秀玲,林昊翔

(福州大学经济与管理学院,福州 350108)

摘 要: 纺织业增速持续放缓,亟需找到纺织技术新的增长点。为了探寻全球纺织业技术前沿,通过 CiteSpace 科学知识图谱软件对 SCI 收录的 21 种纺织期刊进行分析,采用统计计量、共词分析与可视化分析等方法,得到全球纺织研究高水平机构、核心作者、研究关键词、热点与关键节点等可视化图谱,并在此基础上描绘十年来热点的动态演化路径。结果表明:全球纺织产业近十年来的研究主要集中于纺织废水处理和复合纤维材料,功能化纺织品是研究的新方向;国内外纺织研究所关注的领域大致相同,但侧重点有所差异,其中我国对绿色生产的研究稍显不足。

关键词: 纺织产业;可视化;共词分析;CiteSpace

中图分类号: TS101.8

文献标志码: A

文章编号: 1673-3851 (2017) 05-0425-11

近年来,在国际经济形势持续走弱、中国经济步入新常态的背景下,国内纺织产业增速明显放缓,面临着诸多困难。其中成本控制和技术创新既是重点也是难点。一方面,国内纺织业包括劳动力、原料及环保成本持续攀升,纺织企业大面积亏损。我国纺织业是劳动密集型产业,生产成本中 15%~30% 为劳动成本。随着人口红利逐渐消失,劳动力成本波动导致企业平均成本上涨 3%~6% (近 70% 企业利润率在 4% 以下),我国纺织业集体陷入发展困境^[1]。2016 年 9 月,我国工业和信息化部印发的《纺织工业发展规划(2016—2020 年)》有针对性地提出,“十三五”期间纺织产业发明专利授权量年均增长 15%,并推动一批纺织服装产业集群区域品牌试点,要求以知识产权作为重要支撑,让我国纺织产业向高附加值的技术密集型方向发展。另一方面,国际纺织业推进技术创新的诉求不断增强,技术竞赛愈加激烈。近年来德国、美国等发达国家争相提出“工业 4.0”与“工业互联网”等口号,纺织与纤维技术的研究已经成为了一股新的潮流。美国国防部负责创建成立了纤维与织物制造创新机构。而德国早在两年前就确立了名为“未来纺织”的国家级战略^[2]。

此外,各国设立日益增高的技术壁垒与绿色壁垒,使我国纺织品出口受到很大影响,根据国家质检总局近年来的调查,自 2007 年以来,纺织行业因技术壁垒造成的损失均约占总损失的 1/10 左右,金额达 50 亿美元以上^[3]。虽然我国随着经济进入“十三五”重要发展转型期,纺织产业也力求精细化发展,然而我国纺织业技术水平与发达国家相比仍存在一定差距。

一、相关研究综述

为突破产业困境,在根源上就要求纺织知识技术的创新与发展,需要对全球纺织业知识技术前沿及其发展路径有全面的了解与完整的梳理。近十年来,学界不乏对于纺织业前沿知识技术的综述性研究,学者们从丰富的多个学科角度对纺织业技术发展方向进行了探索与总结,积累了大量的研究成果。相关综述研究主要从三个方面进行了阐述:

第一,对纺织材料、纺织产品的知识技术及发展路径进行归纳。对某一类技术进行综述的研究有:Dastjerdi 等^[4]在对纺织品抗菌改性需求论述的基础上,综述了具有良好抗微生物活性的无机纳米结构材料的性能及其在纺织改性中的应用,评论了相

关应用方法,为后续纳米材料研究建立基础;Jelil^[5]对等离子体处理技术进行了介绍,综述了低温等离子体技术在纺织品表面改性方面的研究进展,并对其处理纺织材料应用的发展现状和前景进行了评述,推进了产业中等离子体处理技术研究和推广。李雪梅等^[6]综述了复合纤维的发展历史、主要原料、分类和研究现状,为产业及相关人员开展复合纤维技术的研究提供参考。对纺织材料技术发展进行梳理的研究有:Horn等^[7]对1995—2005年美国化学纤维和纺织工业的发展进行了追溯与回顾,对美国纺织业创新趋势进行了展望;杨世团等^[8]对美国、欧洲与亚洲地区近年来涌现的新技术进行了初步的总结归纳,认为我国情况是纺织企业虽然也对高科技纺织品服装有所研究,但总体来看,研究开发力度还很不够,科技含量高的产品比较少,与发达国家存在较大的差距;董奎勇^[9]总结了近年来世界主要国家和地区纺织材料及技术进步路径,提出在传统创新、模仿创新、微创新和破坏式创新的基础之上,由量变带来质变,最终实现颠覆性创新与技术突变。

第二,对纺织工业生产流程中新型技术工艺的研究综述。赵越锦^[10]基于对我国纺织产业生产和管理现状的分析,综述了纺织厂自动化纺机网络信息集成工程,对工业控制网络在纺织厂的综合应用及其在工厂设备运行管理中的优势进行了论述;张绍萍^[11]综合分析了几种高新技术在纺织工业中的应用,提出在改革时期,应当不断地采用高新技术、新型原材料和新工艺,加快技术发展步伐;Harifi等^[12]基于对超声波技术原理的介绍,综述了超声波技术在纺织流程中应用,并分析了现状与前景,为产业内超声波技术的纺织应用提供理论借鉴;刘敏华等^[13]综述了纺织品中挥发性有机物的检测技术,旨在为纺织品中挥发性有机物的检测提供技术参考;严方平等^[14]从纺织废料的分类、回收、再加工等多个方面进行了全面地分析,为纺织废料处理提供了理论基础;王艳秋等^[15]在详细区分八种绿色纺织纤维材料的基础上,对染整过程的各环节的污染清洁技术进行了分析,为纺织业污染问题解决提供了建议;钱红飞^[16]就当前纺织品清洁染色技术的研究与应用现状进行了阐述;罗伟等^[17]、张帆等^[18]对废旧纺织品回收的相关技术进行综述,主要从非纤聚酯和聚酯纤维的角度,分析对比了目前应用较为广泛的物理方法和真正意义上的回收再生利用的化学方法的过程及其优缺点,对废旧纺织品回收的新技术进行了研究与讨论。

第三,以上这两类综述性研究虽然侧重性较强,但未从宏观的角度对技术发展前沿进行探讨,研究领域与样本范围也较为局限;近年来开始出现的第三类研究文献,利用CiteSpace分析软件通过计量分析方法,对纺织技术文献进行数据挖掘与计量研究。CiteSpace是一款现代分析软件,广泛用于文献计量的可视化研究,Chen^[19]率先将CiteSpace可视化软件对科学文献研究的发展趋势进行了探讨。CiteSpace技术也逐渐被运用于纺织业的研究,例如张会巍等^[20]使用CiteSpace可视化软件对CNKI期刊数据库中2000—2015年的服装数字化技术研究文献进行了分析,归纳梳理了服装数字化研究的热点与发展趋势,预测了2016年的研究方向,有很强的创新意义;刘秀玲等^[21]运用CiteSpace可视化软件,对国内纺织产业2006—2015十年间相关文献的研究热点和关键点进行了分析,归纳并指出了我国纺织业技术研究路径、发展前沿和技术发展趋势;赵君丽等^[22]以CSSCI数据库1998—2015年收录的481篇纺织产业经济管理类文献为研究样本,运用CiteSpace可视化技术绘制出作者和机构图谱、关键词共现图谱以及相关共被引图谱,动态和直观地呈现了近十几年来我国纺织产业研究热点的变迁。

总体来看,进一步运用CiteSpace软件与文献计量技术,对全球纺织产业知识技术长时间的发展路径与研究进展进行挖掘,对于我国纺织业技术研究课题的方向选择与深入开展都有着非常重要的促进作用。但是目前尚缺乏对进行全球纺织业系统的可视化研究,故本文根据相关学者的研究启发,在文献对国内纺织热点的研究基础上,通过文献统计与计量分析方法,运用CiteSpace从实证的角度对全球纺织产业进行研究,对全球纺织业知识技术热点进行梳理、归类与分析。

探寻全球纺织业知识研究需要回答以下几个问题:全球纺织业知识技术研究整体现状如何?相关研究主体是哪些?研究热点是哪些方面?这些研究呈现出什么样的发展路径?因此本文根据这些问题,通过CiteSpace几种不同的可视化现代研究方法,从三个层面展开研究:a)通过对全球纺织产业文献的统计分析,提取期刊发文、高水平机构、核心作者等内容,分析全球纺织业知识技术研究现状与研究主体;b)通过聚类分析与共词分析,探究全球纺织业知识技术的研究重点,展示发展路径、描绘发展趋势;c)归纳总结上述研究结果,并与国内相关研究的结论进行比较,展示国内外纺织业知识技术研究

的差异状况。为了回答以上问题,本文以 SCI 数据库收录的 21 种纺织期刊 2006—2015 年发表的文章为样本展开研究。

二、全球纺织产业文献发表情况

为分析全球纺织业知识技术研究现状与研究主体,本文对文献发表情况进行统计,获取并分析了文献数量的变化趋势,并对全球范围内纺织类期刊、高水平研究机构、核心研究作者进行了排序和筛选。以 2015 年 SCI 收录的 21 种纺织期刊作为全球纺织产业研究的样本来源,具体的期刊情况见表 1,共检索到 2006—2015 年 17595 篇文献。

表 1 全球纺织产业知识来源期刊发文数及占比

序号	刊名	发文数/篇	占比/%
1	Dyes and Pigments(染料与颜料)	2511	14.27
2	Fibers and Polymers(纤维和聚合物)	1978	11.24
3	Cellulose(纤维素)	1753	9.96
4	Sen-I Gakkaishi(日本纤维学会志)	1419	8.06
5	Textile Research Journal (纺织研究杂志)	1277	7.26
6	Fibres & Textiles in Eastern Europe (东欧纤维与纺织品)	1242	7.06
7	Journal of the Textile Institute (纺织学院学报)	1118	6.35
8	Fibre Chemistry(纤维化学)	867	4.93
9	Coloration Technology(着色技术)	581	3.30
10	Wood and Fiber Science (木材与纤维科学)	575	3.27
11	Journal of the American Leather Chemists Association (美国皮革化学家协会杂志)	521	2.96
12	AATCC Review (美国纺织化学师与印染师协会评论)	512	2.91
13	Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists (皮革学会杂志)	512	2.91
14	Tekstil ve Konfeksiyon(纺织服装)	480	2.73
15	Journal of Engineered Fibers and Fabrics (工程纤维和织物杂志)	436	2.48
16	Industria Textila(纺织工业)	432	2.46
17	International Journal of Clothing Science and Technology (国际纺织科学与技术)	377	2.14
18	Journal of Vinyl & Additive Technology (乙烯和添加剂技术杂志)	374	2.13
19	Journal of Industrial Textiles (工业纺织品杂志)	245	1.39
20	Journal of Natural Fibers (天然纤维学报)	228	1.30
21	Autex Research Journal (澳泰克斯研究杂志)	157	0.89

从 2006—2015 年发文数和占比看,Dyes and Pigments 期刊上文献最多,占比 14.27%,Autex Research Journal 期刊上文献最少,仅占 0.89%(见表 1)。

(一)文献发表的增长趋势

科学知识进步是和相关研究数量有直接密切的关系。科学文献发文的变化显著反映该产业知识研究水平变化情况。图 1 显示了 2006—2015 年国外样本期刊纺织产业文献发表数量的变化。从发文总数来看,2006—2015 年文献数量在波动中趋于上升,从 2006 年的 1157 篇文献上升到 2015 年的 2476 篇文献,说明近 10 年来全球学术界对纺织产业的关注在波动中趋于上升。

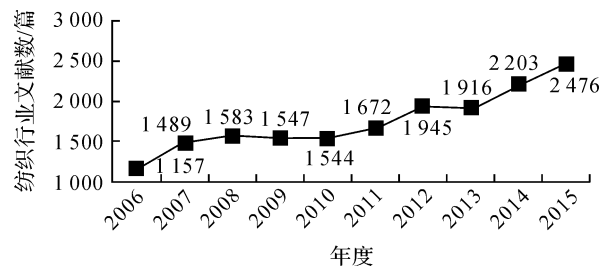


图 1 2006—2015 年样本期刊纺织产业文献数

图 2 表示 2006—2015 年全球纺织产业文献发文最多的 3 家机构,分别是: Donghua University(东华大学),Ege University(艾杰大学)与 Hong Kong Polytech University(香港理工大学)。

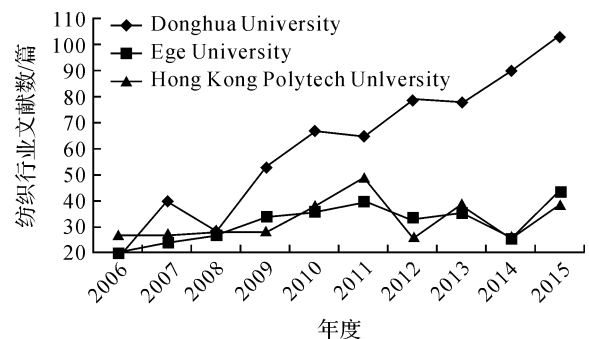


图 2 2006—2015 年样本文献中主要纺织产业研究机构发表的文献数

(二)高水平研究机构分析

对全球纺织产业研究高水平研究机构及其合作关系进行分析,有利于梳理纺织产业研究的前沿进展。利用 CiteSpace 对所有样本数据研究机构进行分析,得到研究机构合作网络,图 3 显示的是研究机构的力量布局与合作关系。其中的节点越大意味着该机构在文献中出现的频率越高,在领域研究的成果越丰富,本文称之为高水平机构;节点间的连接线表示其合作关系。

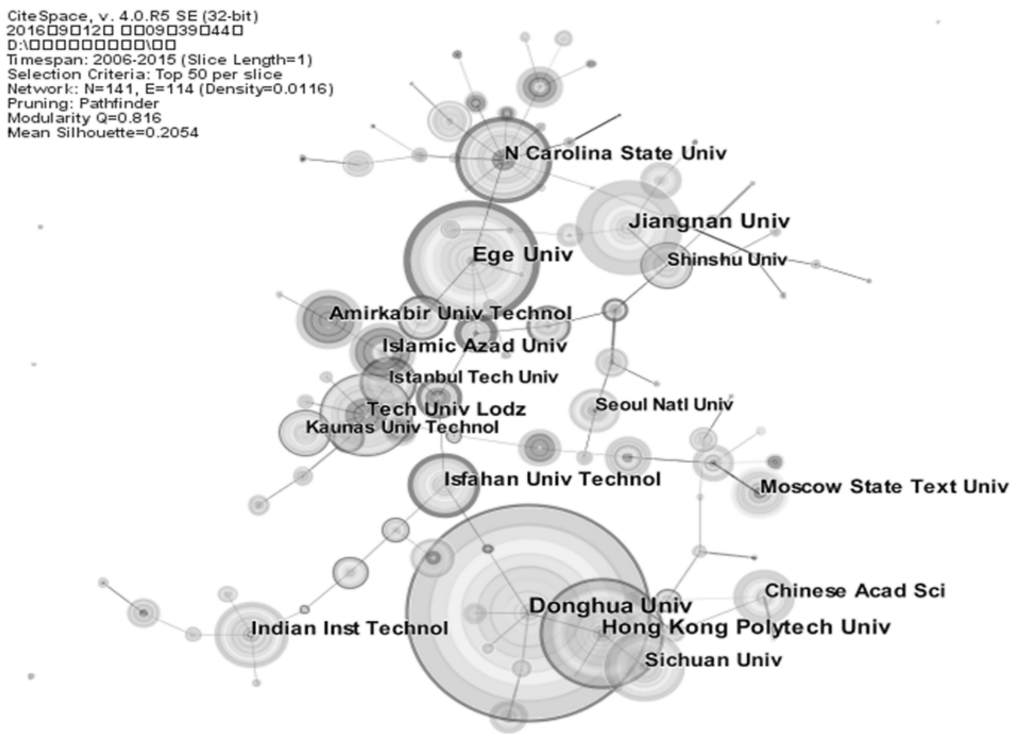


图3 2006—2015年全球主要纺织产业研究机构之间的合作

表2是对图3的数据统计,显示了2006—2015年排名前10位的纺织产业研究机构的发文量及其合作关系(未剔除交叉合作)。这些机构发文总和为3020篇,占有所有样本发文数的16.82%,集中度较低。从图3和表2可以看出,首位研究机构为Donghua University(东华大学),共发表616篇;其次是Ege University(艾杰大学)和Hong Kong Polytech University(香港理工大学),论文发表数量分别为379篇和324篇。

从机构之间的合作发文数可以看出,Islamic

Azad University(伊斯兰自由大学)和Amirkabir University Technol(阿米尔卡比尔理工大学)合作发文量最多,共38篇;其次为Donghua University(东华大学)和Hong Kong Polytech University(香港理工大学),共合作发文37篇。这4家机构均为排名前十位机构,说明纺织产业高水平机构之间合作较强。从节点间的关联强度看,最主要的机构间合作是大学间的合作,而企业研发机构的合作发文稀少。并且在不同水平机构之间,高水平机构间的合作数量明显较高。

表2 2006—2015年全球前10纺织产业研究机构与合作关系

序号	机构名(发文总数)	总发文数/篇	序号	存在合作关系最强的机构(合作数)
1	Donghua University(东华大学)	616	1	Hong Kong Polytech University(37)(香港理工大学)
2	Ege University(艾杰大学)	379	2	Dokuz Eylul University(29)(度库兹埃路尔大学)
3	Hong Kong Polytech University(香港理工大学)	324	3	Donghua University(37)(东华大学)
4	Tech University Lodz(罗兹技术大学)	297	4	University Ghent(6)(根特大学)
5	Jiangnan University(江南大学)	278	5	Shinshu University(7)(信州大学)
6	Indian Inst Technol(印度理工学院)	267	6	Suleyman Demirel University(1)(德米雷尔大学)
7	N Carolina State University(北卡罗来纳州立大学)	250	7	Aalto University(8)(阿尔托大学)
8	Sichuan University(四川大学)	227	8	Hong Kong Polytech University(7)(香港理工大学)
9	Amirkabir University Technol(阿米尔卡比尔理工大学)	196	9	Islamic Azad University(38)(伊斯兰自由大学)
10	Islamic Azad University(伊斯兰自由大学)	186	10	Amirkabir University Technol(38)(阿米尔卡比尔理工大学)

(三)核心作者分析

通过 CiteSpace 软件对样本文献的作者及其合作关系进行了分析,跟踪高水平作者的研究状况,可以得到核心作者的合作网络(见图 4)。笔者将核心

作者定义为:具有高发文数量、与产业研究中影响力发的作者。根据输出的核心作者的发文统计结果,全球 2006—2015 年样本文献中参与研究的作者共 272 位。

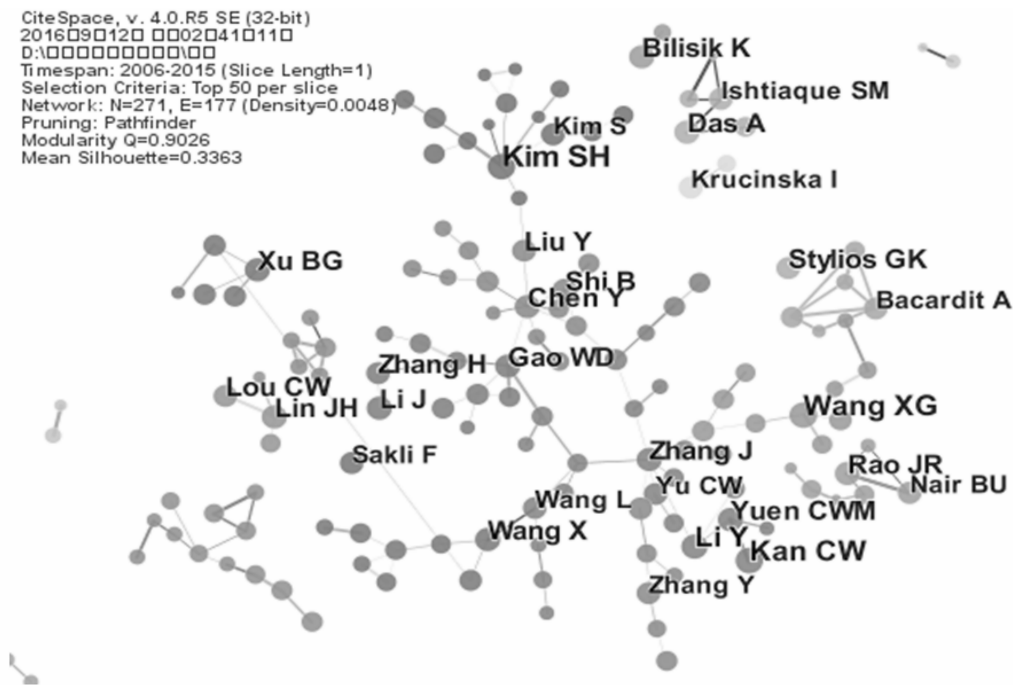


图 4 2006—2015 年全球纺织产业核心作者合作

通过排序整理得到表 3 中发文排名前 10 位的作者及核心作者的发文数量和合作关系。表 3 显示前 10 核心作者 2006—2015 年间来共发表 718 篇论文,占 17595 篇样本总量的 4%。其中, Kim 为发文量最高的作者,10 年来共发表了 96 篇论文。

表 3 2006—2015 年全球纺织产业核心作者发文统计

作者	发表论文数	合作数	合作比例/%
Kim S H	96	95	99%
Wang X G	87	86	99%
Kan C W	87	78	90%
Li Y	67	67	100%
Wang X	65	65	100%
Rao J R	64	64	100%
Yuen C W M	64	62	97%
Chen Y	63	63	100%
Das A	63	63	100%
Li J	62	62	100%

从表 3 前 10 位核心作者与他人合作发表文章的占比均高于 90%,其中 6 位作者合作比例高达 100%,可见学者们之间存在较强的合作关系。但是也发现核心作者相互之间的合作不是很多,从图 4 中作者之间的连线可见,在前 10 位核心作者中,仅有 Yuen 与 Kan、Li 有过合作,大部分仍是核心作者与非核心作者之间的合作。Yuen 与 Kan 共合作过

49 篇, Yuen 与 Li 共合作过 5 篇, Yuen、Kan、Li 三人合作过 1 篇, Yuen 与 Kan 合作量分别占其发文总量的 76.56% 和 56.32%,且从 2006—2015 年均有合作,形成了较为稳定的合作关系。

三、知识研究重点及其动态变化

为进一步探究全球纺织业知识技术的研究重点,本部分别对样本文献进行关键词聚类分析、热点和关键节点分析,与热点动态演化路径分析。

(一)关键词聚类分析

关键词是学术论文的点睛之处,暗含着论文的主要研究内容及研究方向。笔者运用 CiteSpace 软件,选择“key word”作为节点,对 2006—2015 年间全球纺织业的 17934 篇文献进行知识图谱的绘制,尝试以知识图谱直观清晰地揭示出全球纺织产业研究热点及其演进历程。

首先从样本文献中提取关键词集,以共线网络为基础进行聚类;然后使用 CiteSpace 对不同时间划分的文献关键词分别进行聚类,根据内在联系将文献关键词聚合为文献簇;依据相关网络指标显示的簇间联系程度,将子聚类进行合并,统一生成文献聚类分析网络图,图 5 为全球纺织业关键词知识网

络与聚类结果。

图5中节点大小表示关键词出现的频数,图中的节点越大所代表的关键词在文献中出现频率越高;通过两个节点间的连线体现二者共同出现的关系及亲疏程度。由图5可以发现,成员数在10个以上的聚

类,分为了6大类,此外还有一些零散的小聚类群。

表4详细陈列了图5中关键词共现统计情况,包括各聚类成员关键词与聚类标签,其中聚类标签是通过把各聚类中关键词的高频次文献的摘要进行分词后,使用互信息法(MI)提取特征词而得到的。

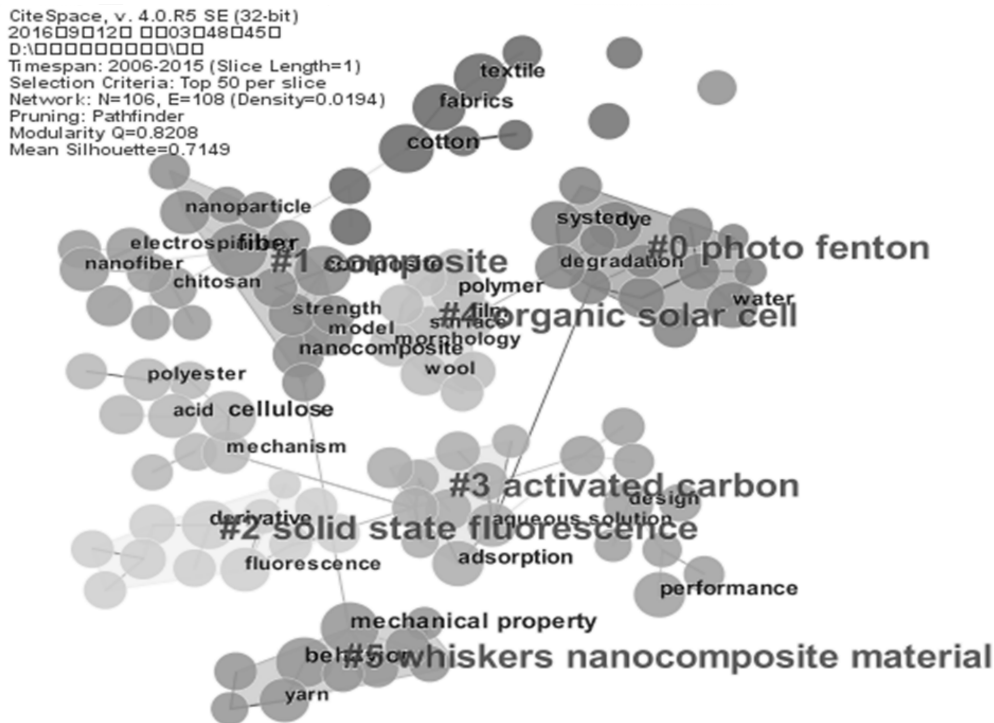


图5 2006—2015年全球纺织产业关键词共现网络图谱与聚类

表4 2006—2015年全球纺织产业共现图谱聚类统计

编号	成员数	标签	主要研究要点	翻译
0	14	photo fenton(光芬顿)	photo fenton; hydrogen peroxide; sequencing batch reactor; biological treatment; decolorization; biodegradability; textile waste water; sacrificial iron electrode; electrochemical oxidation; azo dye	光芬顿;过氧化氢;序批式反应器;生物处理技术;脱色;生物降解能力;纺织废水;铁基牺牲电极;电化学氧化;偶氮染料
1	13	composite(复合材料)	composite; biomedical application; thermal behavior; biomimetic synthesis; microbial cellulose; nanocomposite; hydroxyapatite; walled carbon nanotube; electrical property; functionalization	复合材料;生物医用;热行为;仿生合成;微生物纤维素;纳米复合材料;羟磷灰石;(单或双)壁纳米管;电性质;功能化
2	12	solid state fluorescence(荧光面料)	solid state fluorescence; trans stilbene; langmuir blodgett film; ray crystal structure; porphyrin; metallophthalocyanine; macrocycle; triazole phthalocyanine; photophysical property; dye anion	荧光面料;反式芪;LB膜;γ射线晶体结构;卟啉;金属酞菁;大环;三唑类酞菁;光物理性质;染料阴离子
3	10	Activated carbon(活性炭)	activated carbon; agricultural waste; adsorbent; sorption; sludge; reactive dye; aqueous solution; isotherm; nonlinear method; basic dye; aqueous solution; mass transfer; lac; silk	活性炭;农业废弃物;吸附剂;吸附;污泥;活性染料;水溶液;等温线;非线性方法;碱性染料;水溶液;传质;紫胶;丝绸
4	10	Organic solar cell(有机太阳能电池)	organic solar cell; polyfluorene; amorphous molecular material; hole transporting material; cross coupling reaction; aromatic amine; electroluminescence; shrink resist proces; protease	有机太阳能电池;聚芴;非晶态高分子材料;空穴传输材料;交叉偶联反应;芳香胺;电致发光;防缩处理;蛋白酶
5	10	Whiskers nanocomposite material(晶须纳米增强复合材料)	whiskers nanocompositematerial; konjac glucomannan; mechanical property; plasticized starch; thermal property; spruce; weavability limit; image analysis; mechanics	晶须纳米增强复合材料;魔芋葡甘聚糖;力学性能;塑化淀粉;热性能;墨绿色;可织性限制;图像分析;力学

由表 4 可以看到,每个聚类的成员数量相对均衡,其中聚类 0 的聚类标签是光芬顿,该聚类的研究主题是纺织产业废水处理方法,染料废水排放导致的环境问题一直以来是制约纺织产业发展的重要瓶颈,聚类中光芬顿氧化法、生物降解和偶氮染料等术语都与染料废水处理相关;聚类 1 和聚类 2 是对纺织材料的研究,不同的是聚类 1 的标签是复合材料,也是该聚类的研究主题,强调材料的功能性如抗菌、防水、防污、抗紫外线等,用于研发具有新功能的复合材料纺织品;而聚类 2 是材料分子领域方面的研究,标签是荧光面料,研究内容主要服务于高端纺织品。聚类 2 与聚类 1 的研究共同体现了纺织材料发展方向的多元化;聚类 3 是对染料废水吸附剂的研究,活性碳纤维是 20 世纪 60、70 年代发展起来的新型高效吸附剂,在纺织产业废弃染料与废水处理方面有着广泛的应用前景;聚类 4 是对电致发光纺织材料的研究,近十多年来,光电技术在纺织品中的应用受到各国科学家的高度重视,研究思路多样且活跃,包括柔性有机太阳能电池、无定形分子材料的研究等;聚类 5 的标签晶须纳米增强复合材料,主要是对其在纺织中应用的研究,晶须材料的强度远高于其他短切纤维,主要用作复合材料的增强体,是纺织材料研究最新前沿,是纺织业与新材料技术不断交

汇融合的新尝试,体现了纺织材料未来科技化、高端化的总趋势。

(二) 热点和关键节点分析

热点和关键节点是文献计量分析中的重要分析内容,在知识网络中,关键节点占据关键位置,是可以显示节点影响性与关联性的点。而中心性是对关键节点大小的精确数字描述,代表着这个关键词节点在所研究文献群中反复出现的频率水平,即在图中显示出的越大的关键节点,其在文献群中的频率越大,也就意味着与其他文献中出现的词汇节点关联度越大,信息交流越频繁。根据陈超美的观点,节点的中心值超过 0.1 则被认为具有较强的影响力,通过该点展开的研究较多^[18]。因此,在知识网络中,文献集中研究的知识主题可用中心性大的节点来代表。

热点是指在短时间内发展迅速或骤然出现的节点,是学界新的研究动向,强调了产业知识新的发展方向,也是文献群中时间、空间上出现的突然性的特征。热点一般是最新研究方向,各热点出现的时间即是研究发生变更转换的时间,是知识网络动态发展演化过程中的一项重要标志。在关键词聚类的基础上可以利用数据生成图 6,其中聚类标签与图 5 相同,图中热点外围有灰色圈层,圈层大小显示出热度差异,关键节点的词汇最外侧为黑色。

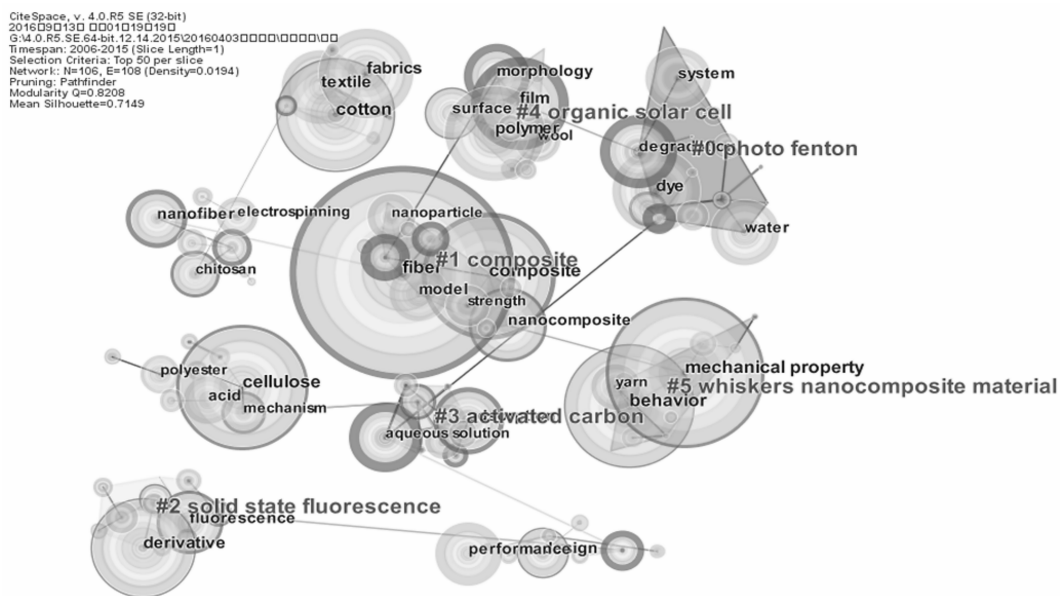


图 6 2006—2015 年全球纺织产业研究的热点及关键节点

表 5 是按年度整理归纳的热点与关键节点。从热点看,2006 年的热点是纺织业染料废水处理,主要是偶氮染料废水氧化降解的研究;2007 年则在继续研究染料废水处理的基础上,更多地转向了酞菁废水处理和催化剂、吸附剂的研究;无纺布与液晶的研究

成为 2008 年新的突现主题;而 2010 年纺纱工艺吸引了学界目光,异军突起成为当年研究的新的热点,且继承 2008 年来的趋势,研究方向继续向新材料方向靠拢;2011 年光致变色技术成为新的亮点,反映了 2011 年后全球纺织业更加注重引入高科技技术,产

业内推进纺织产品功能化的意识不断增强,促使传统纺织材料、工艺技术与物理、化学、光电等高科技产业的融合;直至2014年,纺织学界对于密度泛函理论悄然兴起。密度泛函理论是一种量子力学方法,对于分子结构的几何优化有广泛的应用,将其引入纺织材料研究领域,大大提高了针对功能性复合材料的研究能力,加快了新材料的研发速度与质量,体现了全球纺织业材料研究方法的高科技化、高精度化的趋势。

从关键节点看,2006年值大的节点主要有两类,主要是对染料废水处理和复合材料性质的研究,

其中对纺织废水处理的研究则成为当年的热点;2007年延续了复合材料与特性的研究,关键节点包括表面改性、纳米复合材料与荧光性;纤维材料与壳聚糖在纺织中应用研究成为2008关键节点。除此之外,对机织物、无纺布的相关研究也是当年的热点;2009年的关键节点是传感器和分子技术在纺织中的研究;2011年光致变色是当年热点,也成为关键节点之一,抗菌性也继承09年的壳聚糖的热点,成为2011的关键节点;2013年至2015年未有出现大于0.1的关键节点。

表5 2006—2007年全球纺织产业研究的热点术语及关键节点术语

年份	热点	热点大小	关键节点	关键点大小
2006	azo dye 偶氮染料	33.99	aqueous solution 水溶液	1.07
	decolorization 脱色	29.38	azo dye 偶氮染料	1.04
	reactive dye 活性染料	23.23	polypropylene 聚丙烯	1.02
	oxidation 氧化	19.60	degradation 降解	1.01
	hydrogen peroxide 过氧化氢	17.87	Film 薄膜	1.00
	waste water 废水	14.46	morphology 形态学	0.99
	disperse dye 分散染料	13.15	waste water 废水	0.99
	clothing 服装	10.76	fiber 纤维	0.63
	degradation 降解	9.50	composite 复合材料	0.49
	kinetics 动力学	9.35	adsorption 吸附	0.48
	wool 羊毛	8.41	sorption 吸附	0.46
	removal 去除	7.64	kinetics 动力学	0.40
	aqueous solution 水溶液	7.36	mechanical property 力学性能	0.32
	sorption 吸附	6.84	mechanism 机制	0.31
	lyocell 溶解性纤维	6.62	cellulose 纤维素	0.28
	dye 染料	4.94	cotton 棉	0.18
	image analysis 图像分析	4.85	design 设计	0.18
	dyeing 染色	3.09	decolorization 脱色	0.15
	neural network 神经网络	3.01	behavior 性能	0.11
2007			hydrolysis 水解	0.11
	effluent 工业废水	11.41	surface modification 表面改性	0.62
	phthalocyanine 酞菁	11.00	nanocomposite 纳米复合材料	0.37
	Photocatalytic degradation 光催化降解	9.90	fluorescence 荧光	0.28
	activated carbon 活性炭	8.73		
	enzyme 酶	7.80		
	methylene blue 亚甲蓝	7.37		
	biodegradation 生物降解	6.42		
2008	synthesis 合成	5.19		
	liquid crystal 液晶	7.25	nanofiber 纳米纤维	0.49
	nonwoven 无纺布	3.78	membrane 薄膜	0.40
2009			chitosan 壳聚糖	0.31
	—	—	sensor 传感器	0.64
2010			molecule 分子	0.37
	spun yarn 纱	4.46	—	—
2011				
	photochromism 光致变色	6.18	antibacterial 抗菌	0.25
			photochromism 光致变色	0.11
2012	—	—	—	—
2013	—	—	—	—
2014	density functional theory 密度泛函理论	6.22	—	—
2015	—	—	—	—

基于以上分析结果,发现染料污水处理技术、复合材料和纺织品功能性一直是关注度较高的研究领域。以上三个方向的技术研究连续出现且集中度高,显示出全球对未来纺织材料的需求倾向于高性能、多功能方向发展,而纺织过程的无污染也成为学界常年重视的研究内容。

(三) 热点动态演化路径分析

任何产业前沿都将随着各种外部条件而改变,全球纺织产业重点研究前沿与关注话题也随着纺织技术的最新发展和科技环境而产生变化。利用可视化方法,可以确定不同时期研究领域的动态变化和演变路径,梳理全球纺织产业发展的研究脉络,以便于更好的把握全球纺织产业研究热点和未来发展方向。

为了探究不同时期纺织学界技术研究的演进,本文首先将 2006—2015 年的样本文献按发文年份分为以四年一个组的三个集合,而后对三个样本集进行分别聚类,图 7—图 9 是样本分年度关键词聚类的结果。从三个结果可以看出,部分聚类标签出现不连续性,聚类规模发生着变化,显示出产业研究重点在不同年度间发生着变化与演进。

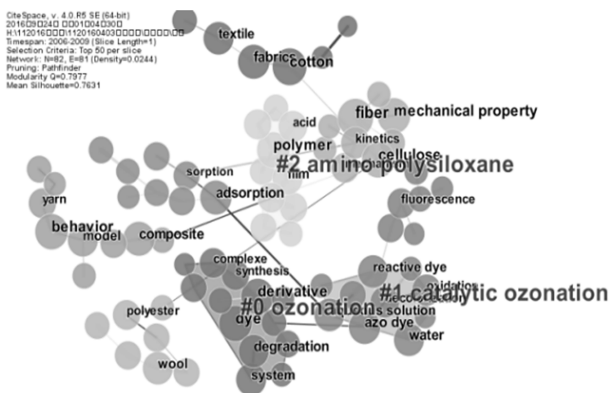


图 7 2006—2009 年关键词聚类结果

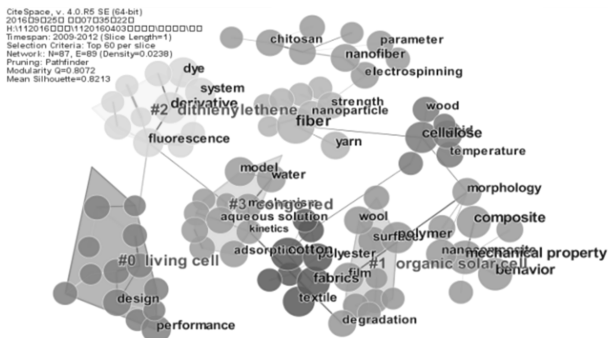


图 8 2009—2012 年关键词聚类结果

在 2006—2009 年聚类结果图中,聚类 0 的研究热点是过氧化氢,关键节点有废水、染料、衍生物等,聚类中的术语还包括生物降解、载体色、天然纤维素等,相关的文献是关于纺织染料废水处理工艺的研

究。聚类 1 关键节点有偶氮染料、水溶液、脱色等, 聚类中的术语还包括光催化降解、活性炭等, 是关于染料废水处理催化剂、脱色剂的研究。聚类 2 关键节点是形态学、聚合物等, 聚类中的术语还包括纳米复合材料、无纺布等, 是对纺织材料的研究。从上述聚类的分析中可以得知, 2006—2009 年的研究主要是对纺织废水处理和对纺织材料两个方面的研究, 其中三个聚类中有两个聚类是关于废水处理的, 是这几年研究的侧重点。



图 9 2012—2015 年的关键词聚类结果

在 2009—2012 年聚类结果图中,聚类 0 关键节点有机械性能、纳米复合材料等,聚类中的术语还包括表面改性、抗张性能等,这些是关于纺织材料特性的研究;聚类 1 关键节点有薄膜、聚合物、降解、动力学等,聚类中的术语还包括无纺布、氧化、装置等,是关于功能性纺织产品研发的研究;聚类 2 研究热点是酶,也是一个关键节点,其余关键节点包括棉织物、外观、羊毛等,聚类中的术语还包括涤纶、活性染料等,可以看出是对传统材料在新工艺技术(光致变色、酶精炼、酶制剂)条件下开展的研究;聚类 3 关键节点是纤维、纳米纤维、电纺丝等,聚类中的术语还包括纱、纳米粒、抗微生物活性等,是对高技术新型纺织材料的研究。总而言之,相比之前,2009—2012 年的研究重心由废水处理转向纺织材料,相关术语频次显著提高。研究主要侧重于对纺织材料功能性与新型纺织材料的研究,其中包括各类型纤维的物理结构性能、化学特性、制造机理的研究和应用。

在 2012—2015 年的聚类结果图中,聚类 0 关键节点有荧光性、传感器、光学性能、有机染料等,聚类中的术语还包括化学传感器、探测器、效能等,是光电技术在纺织材料中应用的研究;聚类 1 关键节点有衍生物和体系,聚类中的术语还包括染料、机理、晶体结构、最优化等,是对染料微观结构机理的研

究;聚类2关键节点包括纤维素、外观、薄膜等,聚类中的术语还包括离子性液体、聚合物、降解等,可以看出是对染料光催化降解的研究;聚类3关键节点是纤维、复合材料等,聚类中的术语还包括纳米材料、形态学、聚丙烯、聚酯、表面改性、细菌纤维素,是对复合材料的研究。整体看来,2012—2015年对于纺织材料微观结构机理的研究更加广泛,研究重心主要侧重于功能性复合材料,特别是光电技术在其

中的应用,纺织品的研究逐渐趋向功能化、高科技化、微观化。

为了更清晰的把握关键研究内容在时间上的延续,进一步绘制出时区视图,时区视图侧重于从时间维度上来表示知识演进的视图,它可以清晰地展示出文献的更新和相互影响^[23]。图10是全球纺织产业关键词聚类的时区视图,用于辨识纺织产业研究前沿演进与衍生关系在不同阶段的发展。

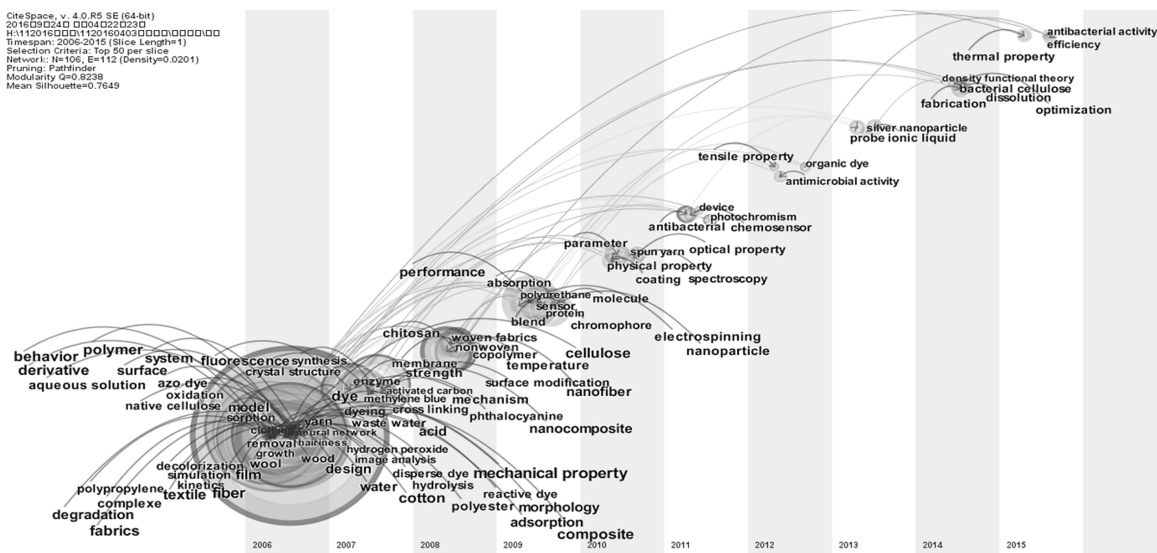


图10 全球纺织产业关键词聚类的时区视图

首先,从关键节点在时间轴上的分布看,主要的关键节点主要分布于2006—2008年,并且与后续诸多关键词有大量关联。其次,从研究内容上看,可以发现全球纺织产业材料是重点,其中:a)在研究方向上:复合纤维材料的性能升级和功能化是相关研究的核心内容。抗菌性、细菌纤维素、拉伸性、热性能、泛函密度理论的相关研究在2010年后陆续出现,是重要的发展方向。抗菌性相关研究在2011—2015年反复出现,体现出很强的持续性与重要性;b)在研发技术上:各种差异化纤维材料研发过程中,研究者开始采用微观纳米、光电等物理技术与光催化等化学技术进行改造、提升转变原有材料的物理性能和化学性质;c)在学科发展上:包含高分子化学与物理等各类学科技术与纺织技术相互交融,加强了高新技术间的交叉互补与融合创新,使得纺织技术向高质耐用、多效多用以及高科技生态安全方向发展。

四、结 语

本文借助CiteSpace软件对SCI收录的21种相关期刊的文献进行分析,归纳整理了2006—2015年全球纺织产业文献的研究关键、热点和研究趋势迁

移,避免了传统定性分析中主观成分的干扰,对纺织业的进一步研究提供了方向。根据研究结果发现:

a)纺织废水处理、复合纤维材料方面关注度高,是近十年来全球纺织重要研究内容,功能化纺织品是研究的新方向,而光电技术在纺织中应用的研究热度上升很快。

b)将国际纺织业文献图谱分析结果与刘秀玲等^[21]的国内研究结果进行对比,可以看出国内外异同点:一方面,国内外对于纺织材料与纺织纤维的同样一直是长期的研究重点,通过多学科融合促使技术升级发展,并研发功能化、高性能化纺织品是国内外发展总体趋势。另一方面存在以下差异:国内染整的相关研究相较于国际数量多且集中于2009年后,体现国内对于纺织整体流程的关注度大大超过国际,而国际相关研究的纺织新材料与高新技术聚类的连续性和节点数都大于国内。另外国内对于纺织废水处理相关研究较少,相关聚类出现于2014年,相对国际研究出现得较晚,体现出我国对纺织业绿色生产与环境保护关注程度不足。

c)总体来说,随着开放程度的不断提高与技术水平不断发展,我国紧跟全球纺织产业研究热点,研

究大方向与国际研究一致,但研究的侧重点与起始时间有所差异。

综上所述,应当积极看待国内外研究差异,理清纺织业研究发展脉络,通过进一步求同存异的吸收国外先进技术转化再创新,推进我国纺织研究水平进一步提高,以此应对国内纺织产业存在的问题与困境,力争实现跨越式的发展。

参考文献:

- [1] 李敏. 我国纺织企业劳动力成本上升的现状分析[J]. 山东纺织经济, 2013(1): 9-10.
- [2] 冯维. 德美等发达国家新一代纺织革命[J]. 世界科学, 2016(10): 36-37.
- [3] 詹桂芬. 绿色贸易壁垒对纺织贸易结构的影响[J]. 纺织报告, 2016(10): 53-55.
- [4] DASTJERDI R, MONTAZER M. A review on the application of inorganic nano-structured materials in the modification of textiles: focus on anti-microbial properties [J]. Colloids & Surfaces B Biointerfaces, 2010, 79(1): 5-18.
- [5] JELIL R A. A review of low-temperature plasma treatment of textile materials [J]. Journal of Materials Science, 2015, 50(18): 5913-5943.
- [6] 李雪梅, 薛孝川, 林海, 等. 复合纤维材料的研究及发展 [J]. 化纤与纺织技术, 2017, 46(1): 16-21.
- [7] Horn F J, 桑榆. 美国化学纤维和纺织工业: 综述和展望 [J]. 国际纺织导报, 2007, 35(1): 7-8.
- [8] 杨世团, 陈相余. 国内外纺织行业发展新动向[J]. 辽宁丝绸, 2016(4): 32-33.
- [9] 董奎勇. 纺织技术进步方向与路径选择研究[J]. 毛纺科技, 2016, 44(8): 60-64.
- [10] 赵越锦. 纺纱厂自动化纺机网络信息集成工程综述 [J]. 可编程控制器与工厂自动化, 2008(6): 41-44.
- [11] 张绍萍. 综述几种高新技术在纺织工业中的应用[J]. 黑龙江科技信, 2012(30): 35.
- [12] HARIFI T, MONTAZER M. A review on textile sonoprocessing: a special focus on sonosynthesis of nanomaterials on textile substrates [J]. Ultrasonics Sonochemistry, 2015, 23: 1-10.
- [13] 刘敏华, 刘芳, 杜燕璐, 等. 纺织品中挥发性有机物检测技术的研究进展[J]. 国际纺织导报, 2015, 43(11): 62-64.
- [14] 严方平, 徐勤, 余素英, 等. 纺织废料再加工利用综述 [J]. 中国纤检, 2008(11): 56-57.
- [15] 王艳秋, 吴军玲. 纺织印染业的清洁生产技术综述[J]. 河北工业科技, 2011, 28(6): 397-402.
- [16] 钱红飞. 纺织品清洁染色技术的研究与应用现状[J]. 绍兴文理学院学报, 2015, 35(9): 1-6.
- [17] 罗伟, 孙艳云, 李书润, 等. 废旧纺织品再利用技术方法研究[J]. 化工管理, 2017(10): 14-18.
- [18] 张帆, 杨术莉, 杜平凡. 废旧纺织品回收再利用综述 [J]. 现代纺织技术, 2015, 23(6): 56-62.
- [19] CHEN C. CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature [J]. Journal of the Association for Information Science and Technology, 2006, 57(3): 359-377.
- [20] 张会巍, 李启正, 徐石勇. 基于 CiteSpace III 的我国服装数字化技术文献知识图谱 [J]. 浙江理工大学学报, 2016, 36(4): 354-360.
- [21] 刘秀玲, 任广春. 基于 CiteSpace 的国内纺织业知识图谱及其可视化研究 [J]. 丝绸, 2016, 53(8): 26-34.
- [22] 赵君丽, 张童莲. 基于 CiteSpace 技术的纺织产业研究学者与热点问题分析 [J]. 武汉纺织大学学报, 2017, 30(2): 3-9.
- [23] 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, 33(2): 242-253.

CiteSpace-Based Knowledge Visualization Analysis in Global Textile Industry

LIU Xiuling, LIN Haoxiang

(School of Economic & Management, Fuzhou University, Fuzhou 350108, China)

Abstract: Textile industry growth continues to slow down, and the new growth point of textile technology needs to be explored urgently. In order to explore the frontier of textile technology in the world, the CiteSpace software was used to analyze 21 kinds of textile journals included in SCI. Statistical measurement, co-word analysis and visual analysis were applied to obtain the visualization map of high level institutions, core authors, research keywords, hotspots and key nodes in the global textile research. On this basis, the dynamic evolution path of hot spots in the past ten years was depicted. The results showed that the researches on global textile industry mainly focused on textile wastewater treatment and composite fiber materials in the past decade. Functional textile is a new research direction. In addition, the research direction of domestic and foreign textiles is roughly the same, but the focus is different. China's green production research is slightly inadequate.

Key words: textile industry; visualization; co-word analysis; CiteSpace

(责任编辑: 任中峰)