

# 纺织行业中有关生命周期评价的热点综述

王媛<sup>1</sup> 王志斌 孙于茹 钟磊<sup>2</sup> 陈冠益  
天津大学环境科学与工程学院 天津市 300350

**摘要:** 使用社会网络分析 (SNA) 的方法对 378 篇纺织行业文献进行研究, 发现与生命周期方法 (LCA) 研究相关的高频关键词可以分为环境问题、市场营销和纺织产品三类, 这表明 LCA 方法在该行业进行了广泛的应用。通过对这些高频关键词的时间趋势的分析, 预测 LCA 方法研究纺织行业未来的热点是服装和产品生命周期。为了解我国纺织行业中有关生命周期评价的研究现状提供了一种有效的分析方法, 为确定未来的研究方向提供了重要参考。

**关键词:** 社会网络分析 纺织行业 LCA

## 1 背景介绍

纺织行业产生的废水占全球废水总量的 20%, 是废水排放量第二大的行业, 其排放的废水具有 pH 值高、COD 变化大等特点, 另外传统的印染加工会产生大量有害污水, 不仅会危害人体健康, 而且会严重破坏水体、土壤及其生态系统。此外, 纺织行业还会带来严重的大气污染。我国的纺织行业约有 2 万台锅炉, 这些锅炉主要以煤为燃料, 在燃烧过程排出了大量的燃烧废气、烟尘和二氧化硫。再者, 部分化纤产品的生产过程使用了大量的二硫化碳和硫化氢作为原料, 在生产过程中会产生大量的有害气体。因此, 对纺织产品全生命周期评估成为了当下的研究热点, 对于优化纺织产品生产过程, 减少环境污染意义重大。

生命周期评价是一种用于评估产品在其整个生命周期中, 即从原材料的

获取、产品的生产直至产品使用后的处置, 对环境影响的技术和方法。本研究的目的是通过社会网络分析法 (SNA) 分析纺织领域有关 LCA 的研究文献的出版现状和热点。这些研究结果不仅能帮助了解与纺织领域 LCA 相关的具体研究的全球热点, 还能为拓展研究领域提供重要的参考价值。

## 2 数据来源和方法

### 2.1 数据来源

本文的数据来源于中国知网 (CNKI)。中国知识基础设施工程 [简称中国知网 (CNKI) 是国内收录论文覆盖面最广、信息最可靠的动态数据库, 是目前国内最具权威的学术网站。从这个数据库中检索论文的标题、摘要、出版年份和关键词获得出版物的数据。

本文的研究方法如下: 1) 数据下载; 登录中国知网, 然后输入检索式

(“LCA”或“生命周期评估”)和(“纺织”或者“纺织品”或者“服装”)。2) 数据整理; 将检索到的文章进行进一步筛选, 移除与研究主题无关的文章, 最后共检索到 378 篇相关文献。3) 进行关键词的整理, 删除一篇文章中重复的关键词, 如: 产品碳足迹和碳足迹。

为防止检索式书写问题导致部分文章未被检索到的情况, 本文在检索过程中使用了中国知网自带的同义词扩展功能, 保证所有文章主题与检索主题相近的文章都能被检索出来。

### 2.2 方法

本文采用社会网络分析方法分析了纺织行业生命周期评价的研究趋势和特点, 包括“共词分析”和“小世界理论”。社会网络分析是社会学家运用数学和图论的方法分析社会群体中人际吸引和人际排斥的重要工具, 是一种研究团体内部信息交流、人际选择、互

动关系的有效手段,可以帮助社会学家们理解和解决一些社会现象。随着当今科学研究不断朝着交互性、渗透性和融合性的趋势发展,社会网络分析逐渐被其他领域的研究人员使用。

### 2.2.1 共词分析

共词分析是一种内容分析技术,其主要原理是统计一组词在一篇文章中出现的次数,对它们进行聚类分析,从而反映出这些词的联系,进而分析其背后的学科和主题的结构变化的方法。目前,许多学者应用共词分析来可视化一个特殊领域的内部结构,例如:赵燕刚等人(2019)用共词分析法分析我国

乡村振兴和田园综合体,罗莉等(2017)用共词分析法进行社区养老服务研究热点分析。

共词网络由三个要素组成,即节点、边和集群。每个节点都有一个度表示连接到一个节点的边数,并将其可视化节点的大小。较大的节点意味着它与其他节点的互连性更强,发挥着更重要的作用。节点之间的边表示它们之间的连接,两个节点联系得越紧密,边就越厚,边的权重(W)就越大。通过模块化进行聚类以区分不同类别的研究热点,同一聚类中的关键字通常具有很强的相关性。

### 2.2.2 小世界理论

小世界被定义为具有节点和边的网络结构(Watts和Strogatz,1998)。平均聚类系数以及平均最短路径能反映小世界效应。当网络具有较短的平均距离和较高的聚类系数时,网络有一个小的世界效应。平均路径长度是所有成员之间的平均距离(Zhu and Guan, 2013)。

## 3 结果与讨论

### 3.1 LCA 研究的热点领域

为揭示LCA在纺织领域中的应用热点,本文将与LCA共同出现次数最多的8个关键字进行了比较。根据这些关键字的意义,将这8个关键词分为3类,第一类是与环境问题相关的关键词,包括碳足迹、碳排放、绿色设计和可持续发展;第二类是与市场营销相关的关键词,包括品牌、产品生命周期和销售预测;第三类是与纺织品种类相关的关键词,包括服装。这意味着LCA方法在纺织行业得到了广泛的应用。

### 3.2 与LCA相关的高频词的相关趋势

#### 3.2.1 关键词频率分析

统计每个关键词每阶段出现的频率,如图1。可以明显的看到,碳足迹、产品生命周期和服装出现的频率较高,且在2012年到2015年间这三者的频率达到峰值,随后碳足迹跌落至低谷,服装也出现了大幅的下降,而产品生命周期继续保持比较平稳的状态。其余5个关键词在一定范围波动,其中2005-2007年阶段,品牌出现的频率较高,2012-2015年阶段碳排放出现的频率较高。根据关键词的时间趋势来看,未来的研究热点是产品生命周期和服装。

#### 3.2.2 关键词网络分析

将各个阶段的高频关键词使用gephi的模块化功能进行聚类分析,分析结果如图2,同时使用gephi自带的

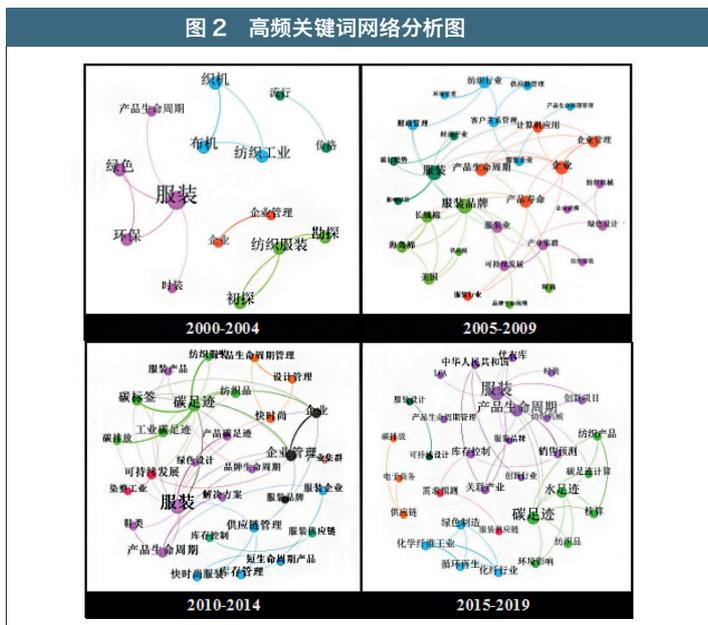
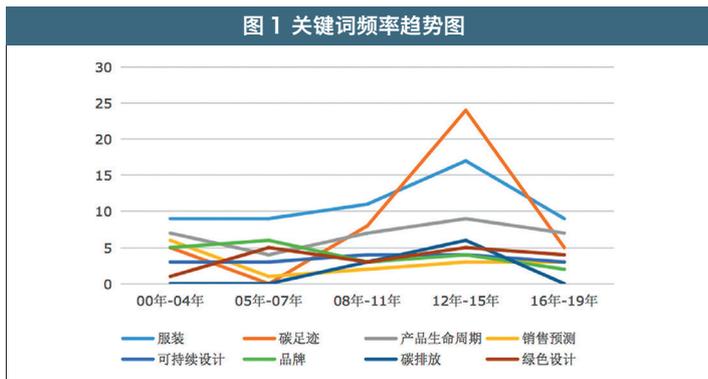


表 1 小世界各类指标表

时间	模块化系数	平均路径长度	平均聚类系数	集群个数
2000-2004	0.74	1.278	0.907	5
2005-2009	0.621	3.759	0.451	5
2010-2014	0.437	2.557	0.625	8
2015-2019	0.578	2.593	0.64	6

运算功能计算小世界理论中的各类指标，结果如表 1。

2000-2004 这个阶段有 5 个集群，每个集群的关键词较少，且关键词的节点度较低，位于 1~4 之间，节点之间的联系较弱，并且各个集群之间也没有联系，表明此阶段国内的研究还没有形成较完整的体系。另外，此时已经可以看出服装在纺织行业的研究中占据着重要的位置，研究热度远比工业纺织品和装饰纺织品多。

2005-2009 这个阶段有 5 个集群，每个集群的节点数量大大增加，表明研究者们之前的研究基础上，继续深入研究，不断开拓新的研究热点。变化最为明显的是纺织机械集群从之前的研究各种纺织机器逐渐发展为包括企业建模、可持续发展的绿色设计集群。另外，企业管理集群也逐渐开拓出了环境管理、客户关系管理、供应链管理等的新的研究热点。最后，各个集群之间开始有了联系，表明目前国内在纺织领域的生命周期研究已经形成了初步的体系。

2010-2014 这个阶段形成了 8 个集群，表明研究者们感兴趣的领域进一步朝着多元化的方向发展，其中新增的集群比较有代表性的是碳足迹集群（产品生命周期管理），这表明我国的研究人员开始关注环境问题。另外，本阶段的各个节点的节点度都有了显

著增长，其中服装节点的节点度为 8，是所有节点中最高的，代表服装仍然是纺织领域中生命周期应用的研究热点。

2015-2019 这个阶段的集群有 6 个。一些不成熟的集群消失或者与主流集群融合，这个阶段有两个与环境相关的集群，分别是碳足迹集群和绿色制造集群，表明环境问题仍是当下研究人员最为关注的研究热点。有关服装的研究在纺织领域的研究中仍占据显著位置，并且服装集群在此阶段出现了创新行业和创新项目这两个新的节点。纺织行业中原料产业也重新回归研究者的视野。

从表 1 可以看出，2000-2004 年网络的模块化为 0.74，2005-2009 年模块化降低为 0.621，2010-2014 年时模块化降低为 0.437，表明这段时间研究的方向变多，形成的群落变多，故而模块化降低。而 2015-2019 年时间段，模块化为 0.578，表明该阶段各个群落之间的融合进一步加深。从平均路径长度的角度来看，我们可以清楚的看出从 2000-2004 年阶段到 2005-2009 年阶段，平均路径长度从 1.278 增长到 3.759，这主要是由于 2005-2009 年阶段，节点数增多，但各个节点之间尚未建立起连接。到了 2010-2014 年阶段和 2015-2019 年阶段，平均路径长度减少为 2.557 和 2.593，表明这段时间各个节点建立

了许多新的连接。平均聚类系数的变化情况与平均路径长度的变化趋势接近，2000-2004 年的节点数目较少，网络的平均聚类系数为 0.907，各个节点之间的联系较为紧密，而 2005-2009 年阶段，由于节点数目增加，新增节点之间联系较弱，平均聚类系数减少为 0.451。到了 2010-2014 年阶段和 2015-2019 年阶段，各节点之间的联系变得紧密，平均聚类系数分别为 0.625 和 0.64。

#### 4 结论

本文在对有关纺织行业 LCA 研究的论文和出版物进行综述的基础上，对其中的关键问题进行了讨论。它涉及 387 个关于纺织行业生命周期研究的出版物中的关键词。时间从 2000 年到 2019 年，介绍了纺织行业中生命周期评价主题的演变情况。最终总结了几个主要的创新发现：

1) 为揭示 LCA 在纺织领域中的应用热点，本文将与 LCA 相关的最重要的 8 个关键字进行了分析。它们属于环境问题、市场营销、纺织产品三大类，这证明 LCA 方法在纺织领域已经得到了广泛的应用。

2) 从关键词的分析来看，用 LCA 方法进行有关服装的研究远比工业类纺织品、装饰类纺织品等其他纺织品多，是纺织产品中的研究热点。随着国家二胎政策的出台，婴童服装已成为服装领域的热点，值得深入研究。另外，产品生命周期的相关研究也是未来研究的热点。

3) 从已有的研究来看，LCA 方法对纺织行业在市场营销方面的研究已经非常成熟，但是 LCA 方法对纺织行业在环境问题方面的研究主要集中在碳足迹和碳排放等大气污染的领域，对水足迹、水污染等领域的研究比较少，未来需要加强该方面的研究。

4) 本文不但通过“小世界理论”和“共词分析”等理论的各个指标对我国研究现状进行量化评价,分析了2000-2019年各个阶段的研究特征,还通过 Gephi 进行数据可视化,帮助研究者们了解纺织领域与 LCA 相关的文献的特征,为日后纺织领域的热点话题分析提供了一种新的研究思路和方法。

### 【参考文献】

- [1] 张燕刚, 成全. 基于共词分析的我国乡村振兴与田园综合体政策研究 [J]. 农村经济与科技, 2019, 30(13): 25-29.
- [2] 罗莉, 姚诗媛, 刘诗秋, 厉昱呈. 基于共词分析法的社区养老服务研究热点分析 [J]. 劳动保障世界, 2017(27): 2-4+11.
- [3] 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, 28(09): 46-49.
- [4] 王曰芬, 宋爽, 卢宁, 朱烨. 共现分析在文本知识挖掘中的应用研究 [J]. 中国图书馆学报, 2007(02): 59-64.
- [5] 沈秋华. 浅析我国纺织行业发展现状 [J]. 山东工业技术, 2019(10): 57.
- [6] Hui S.C., Fong A.C.M. Document retrieval from a citation database using conceptual clustering and co-word analysis [J]. Online Information Review, 2004, 28(1): 22-32.
- [7] Watts D J, Strogatz S H. Collective dynamics of 'small-world' networks [J]. Nature, 1998, 393(6684): 440-442.
- [8] Blondel V D, Guillaume J L, Lambiotte R, et al. Fast unfolding of communities in large networks [J]. Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment, 2008, 2008(10): 0-0.
- [9] Zhu W, Guan J. A bibliometric study of service innovation research: based on complex network analysis [J]. Scientometrics, 2013, 94(3): 1195-1216.

1 第一作者简介: 王媛, 女, 教授  
2 责任作者简介: 钟磊, 男, 讲师  
基金项目: 重点领域绿色产品认证关键技术  
研究项目 (2017YFF0211502); 天津市自然  
科学基金项目 (19JCQNJC13900); 河北  
省科技厅 [No.18226507D]。

## 征稿启事

应广大读者及作者要求, 为了创造一个良好的学术展示和交流平台, 本刊特开设“学术”栏目, 内容包括国内最新纺织科研成果, 学术理论探讨, 新技术、新产品、新设备的开发等, 欢迎踊跃投稿!

《纺织科学研究》杂志(月刊)创刊于1984年, 是国家级期刊, 由中国纺织工业联合会主管, 中国纺织科学研究院有限公司主办。本刊充分体现差异化、深度化、视觉化, 力求打造富有科学内涵、具有时代精神的权威期刊。

国际标准刊号: ISSN 1003-1308

国内统一刊号: CN11-2717/TS 邮发代号: 80-502

每月5日出版 全年12期 16开 每期80页

### 联系方式

北京市朝阳区延静里中街3号主楼624室  
《纺织科学研究》编辑部  
电话: 010-65987190/7192  
投稿邮箱: fzkxyj\_123@126.com