

综述

我国纳米纤维素的文献计量分析

陈丽卿 刘振华*

(中国制浆造纸研究院有限公司, 北京, 100102)

摘要: 采用文献计量学方法, 对Web of Science (WOS)、中国学术期刊网络出版总库 (CNKI) 数据库收录的纳米纤维素文献进行统计, 并从论文产出数量、学术影响力的角度进行分析, 揭示我国纳米纤维素的研发态势, 以期为我国科研机构及科研人员开展纳米纤维素研究的学术交流与合作提供一定的参考。

关键词: 纳米纤维素; 文献计量; Web of Science数据库; CNKI数据库

中图分类号: TS72

文献标识码: A

DOI: 10.11981/j.issn.1000-6842.2020.01.81

纳米纤维素是指在某种维度上具有纳米尺寸的物质基高分子材料, 可通过机械法、化学法、生物法或几者相结合的方法处理纤维而制得^[1]。与非纳米纤维素相比, 纳米纤维素具有许多优良特性, 如高纯度、高杨氏模量、高亲水性、高透明性、气体阻隔性、黏弹性、可食性、可生物降解性、生物相容性及可再生性等^[2]。2010年之前, 我国研究纳米纤维素的科研人员较少; 2010年后, 研究的学者和团队越来越多, 尤其是近几年, 发表的论文数量增长迅速。统计数据表明, 目前我国有固定团队长期从事纳米纤维素研究的科研单位, 包括高校和科研院所, 有50余家, 加上一些参与纳米纤维素研究的机构已经超过100家^[3], 可以说纳米纤维素已是我国高校和科研院所的一个研究热点。

目前, 关于“纳米纤维素”这一主题文献大多集中于其制备、改性和应用等方面, 而对其相关文献的统计分析甚少^[4]。为了解我国纳米纤维素的研发态势, 有必要对纳米纤维素的文献进行阶段性梳理和总结。

文献计量学是指利用数学和统计学的方法, 定量地分析某一知识载体的交叉科学, 是集数学、统计学、文献学为一体, 注重量化的综合性知识体系, 对总结学科的发展历程, 指导学科未来的发展具有很强的引导作用。

本研究采用文献计量学方法对纳米纤维素的文献进行检索与统计, 并从论文产出数量、学术影响力的

角度进行分析, 揭示我国纳米纤维素的研发态势, 以期为我国科研机构及科研人员开展纳米纤维素研究的学术交流与合作提供一定的参考。

1 检索方法

本研究采用文献计量学方法对纳米纤维素的论文进行检索与统计, 检索关键词包括: 纳米纤维素 (nanocellulose)、纤维素纳米材料 (cellulose nanomaterials)、纤维素纳米纤丝 (cellulose nanofibril, CNF)、纳纤化纤维素 (nanofibrillated cellulose, NFC)、微纤化纤维素 (microfibrillated cellulose, MFC)、纳米微晶纤维素 (nanocrystalline cellulose, NCC)、纤维素纳晶 (cellulose nanocrystals, CNC)、纤维素纳米晶须 (cellulose nanowhisker, CNW) 及细菌纤维素 (bacterial nanocellulose, BC)。检索的数据来源于Web of Science数据库 (以下简称“WOS”) 和中国学术期刊网络出版总库 (以下简称“CNKI”)。

1.1 WOS数据库检索式及检索结果

统计WOS数据库的纳米纤维素论文数的检索式及检索结果如下。

1[#]检索式: TS = (nanocellulose or cellulose nanomaterials or cellulose nanofibril or nanofibrillated cellulose or microfibrillated cellulose or nanocrystalline cellulose or cellulose nanocrystals or cellulose nanowhisker or bacterial nanocellulose)

收稿日期: 2019-09-07

作者简介: 陈丽卿, 女, 1984年生; 工程师; 主要从事制浆造纸类期刊的编辑工作。

* 通信联系人: 刘振华, 高级工程师; 主要从事制浆造纸类期刊的编辑工作; E-mail: liuzh@cnppri.com。

索引 = SCI-EXPANDED, SSCI, CPCI-S, CCR-EXPANDED, IC

时间跨度=所有年份 (数据收集时间为2018年9月25—30日,下同)

检索结果: 论文数6234篇

2[#]检索式: TS = (CNF or NFC or MFC or NCC or CNC or BC) and TS = (nanocellulose)

索引 = SCI-EXPANDED, SSCI, CPCI-S, CCR-EXPANDED, IC

时间跨度=所有年份

检索结果: 论文数862篇

3[#]检索式: TS = (nanocellulose or nanofibril or nanofibrillated or nanofibrous or nanofiber* or nanocrystal) and TS = cellulose

索引=SCI-EXPANDED, SSCI, CPCI-S, CCR-EXPANDED, IC

时间跨度=所有年份

检索结果: 论文数7276篇

4[#]检索式: 3[#] OR 2[#] OR 1[#]

索引 = SCI-EXPANDED, SSCI, CPCI-S, CCR-EXPANDED, IC

时间跨度=所有年份

检索结果: 论文数9737篇

WOS数据库最终检索结果: 论文数9737篇。

1.2 CNKI数据库检索式及检索结果

检索式: SU=纳米纤维素+纤维素纳米材料+纤维素纳米纤维+纳纤化纤维素+微纤化纤维素+纳米微晶纤维素+纤维素纳晶+纤维素纳米晶须+细菌纤维素

时间跨度=所有年份

CNKI中文数据库检索结果: 论文数1762篇。

2 检索结果分析

2.1 WOS数据库中的纳米纤维素论文计量分析

2.1.1 研究趋势分析

一般而言,学科或技术的发展需经过4个阶段:第一阶段为孕育期(萌芽期),科研人员进入意愿低,论文产出数量很少;第二阶段为成长期,这一阶段技术有突破或研究人员对于该学科或者技术领域认知加深,竞相投入发展,论文产出数量急速上升;第三阶段为成熟期,科研人员投资于研发的资源不再扩张,只剩少数科研人员继续发展此类技术,论文产出数量增加趋势逐渐减缓;第四阶段为瓶颈期,技术研发瓶颈难以突破或此类产业已过于成熟,论文产出

数量呈现负增长。

基于对WOS数据库的统计可知,2000年以前,WOS数据库中关于纳米纤维素的论文很少(本节内容未列出这一时间段的WOS论文数据),各国发表的纳米纤维素论文均不超过10篇,中国(1篇)、美国(3篇)、日本(9篇);而芬兰有28篇,但都集中在1995—2000年期间发表。这表明,2000年前,各国对纳米纤维素的研究均处于萌芽期。WOS数据库中最早关于纳米纤维素的论文来自日本(1983年刊发)。

2001—2018年WOS论文数TOP10国家的论文数年度分布如图1所示。由图1可知,从2001年开始,WOS数据库中纳米纤维素的论文逐年增多,2011年后,各国科研人员在WOS收录的期刊中关于纳米纤维素的发文量快速增多,尤其是中国和美国,WOS论文数增加趋势显著。可见,自2011年开始,纳米纤维素的研究得到了越来越多的关注,并且全球发展趋势良好,表明该领域的研究已进入成长期。

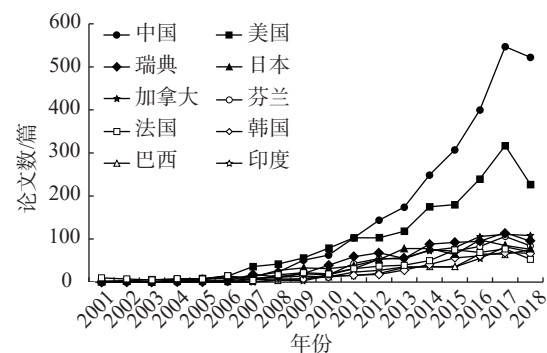


图1 2001—2018年WOS论文数TOP10国家的论文数年度分布

2001—2010年,我国关于纳米纤维素的WOS论文数开始逐年增加,但每年的发文量不多;2011—2018年,则进入新一轮的高速增长期,我国每年关于纳米纤维素的WOS论文数达百篇以上,2016、2017、2018年更是分别达到了400、547、522篇(2018年数据略微下降的原因是数据收集时间是2018年9月,数据统计不完全,下同)。

在WOS论文数TOP10的国家(见表1)中,我国WOS论文数最多,达2622篇。可见,我国对纳米纤维素研究越来越重视,越来越多的科研人员参与到该领域的研究中,越来越多的科研人员开始发表英文论文,并积极开展该领域的国际学术交流。

随着科研成果数量剧增,科研成果质量的受关注程度日益凸显。高被引论文数是衡量一个国家或科研机构学术影响力的重要指标之一。本研究中,高被引

论文指的是每年被引频次位于前5%的科技论文。

WOS高被引论文数TOP10的国家如表2所示。由表2可知,我国WOS高被引论文数最多,150篇;排名第二的是美国,112篇;瑞典和法国分别排名第三和第四,高被引论文数分别为57和53篇;加拿大排名第五,41篇。

表1 WOS论文数TOP10国家的论文数

排名	国别	WOS论文数/篇
1	中国	2622
2	美国	1718
3	瑞典	760
4	日本	706
5	加拿大	703
6	芬兰	610
7	法国	573
8	韩国	410
9	巴西	391
10	印度	372

表2 WOS高被引论文数TOP10国家

排名	国别	高被引论文数/篇
1	中国	150
2	美国	112
3	瑞典	57
4	法国	53
5	加拿大	41
6	芬兰	35
7	日本	31
8	韩国	20
9	印度	20
10	巴西	16

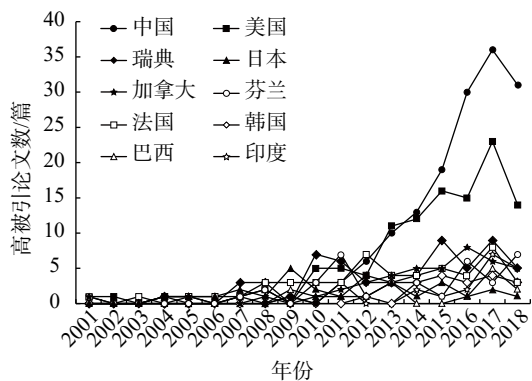


图2 WOS高被引论文数TOP10国家的高被引论文数年度分布

WOS高被引论文数TOP10国家的高被引论文数年度分布如图2所示。由图2可知,2010年以前,我国关于纳米纤维素的WOS高被引论文数很少,但是自2011年开始,我国WOS高被引论文数逐年增

多,2014年至今,我国WOS高被引论文数一直保持排名第一,最近3年,我国WOS高被引论文数更是远超美国,表明我国在纳米纤维素研究领域不仅科研产出提升飞速,科研创新竞争力也持续增强。

2.1.2 科研机构分析

(1) 论文产出数量分析

科技创新的基本单元是科研机构,为此对全球开展纳米纤维素研究的主要科研机构进行了文献计量分析。2001—2018年纳米纤维素WOS论文数TOP30的科研机构如表3所示。由表3可知,共有8个国家的科研机构进入纳米纤维素WOS论文数TOP30,我国上榜的科研机构9家,瑞典和美国上榜5家,芬兰和加拿大上榜3家,法国和日本上榜2家,瑞士1家。纳米纤维素WOS论文数排名靠前的科研机构有芬兰阿尔托大学(334篇)、瑞典皇家理工学院(309篇)、中国科学院(235篇)、华南理工大学(223篇)、东华大学(205篇)。排名前5名的科研机构中,我国占据3家。

对比2001—2010年和2011—2018年科研机构纳米纤维素WOS论文数排名可以发现,芬兰阿尔托大学由2001—2010年排名第六跃居2011—2018年排名第一,展现了强大的科研实力。我国华南理工大学的表现也十分突出,由2001—2010年排名第十五跃升至2011—2018年的排名第四。截止至数据收集时间,2018年纳米纤维素WOS论文数TOP5的机构中,华南理工大学排名第一(65篇),中国科学院排名第二(46篇),南京林业大学排名第三(41篇),芬兰阿尔托大学排名第四(37篇),瑞典皇家理工学院和东华大学并列第五(36篇)。可见,我国华南理工大学、中国科学院及南京林业大学在纳米纤维素科技创新方面的重视和投入。

2001—2018年纳米纤维素WOS高被引论文数TOP30的机构见表4。由表4可知,瑞典皇家理工学院以36篇高居榜首,芬兰阿尔托大学以22篇位居第二,中国科学院以18篇位居第三,这3家机构无论是WOS论文数还是WOS高被引论文数均排名前三,在纳米纤维素研究领域起到了引领作用。日本东京大学虽然WOS论文数排名第七,但是高被引论文数排名第四,可见其在纳米纤维素研究领域有较强的学术竞争力。东华大学虽然2001—2018年高被引论文数排名第七,但是2011—2018年的高被引论文数排名第五。我国进入WOS高被引论文数TOP30的机构还有华南理工大学、中国科技大学、四川大学、南京林业

表 3 2001—2018 年纳米纤维素 WOS 论文数 TOP30 的科研机构

机构	国别	2001—2018 年		2001—2010 年		2011—2018 年	
		论文数/篇	排名	论文数/篇	排名	论文数/篇	排名
阿尔托大学	芬兰	334	1	29	6	305	1
瑞典皇家理工学院	瑞典	309	2	43	3	266	2
中国科学院	中国	235	3	31	5	204	3
华南理工大学	中国	223	4	16	15	207	4
东华大学	中国	205	5	29	6	176	5
格勒诺布尔-阿尔卑斯大学	法国	200	6	62	1	138	7
东京大学	日本	170	7	32	4	138	7
南京林业大学	中国	151	8	0	29	151	6
吕勒奥科技大学	瑞典	146	9	25	10	121	11
美国森林管理局 (US Forest Serv.)	美国	141	10	10	19	131	10
VTT	芬兰	136	11	3	26	133	9
京都大学	日本	132	12	44	2	88	21
法国国家科研中心	法国	129	13	17	14	112	11
查尔姆斯理工大学	瑞典	118	14	14	17	104	15
麦吉尔大学	加拿大	118	14	28	8	90	19
佐治亚理工学院	美国	117	16	12	18	105	14
四川大学	中国	112	17	4	23	108	13
武汉大学	中国	109	18	21	13	88	21
东北林业大学	中国	100	19	3	27	97	16
北京林业大学	中国	99	20	7	21	92	18
Innventia 研究院	瑞典	99	20	23	12	76	27
江南大学	中国	96	22	2	28	94	17
北卡罗来纳州立大学	美国	94	23	24	11	70	28
奥卢大学	芬兰	90	24	0	29	90	19
不列颠哥伦比亚大学	加拿大	86	25	4	23	82	23
纽约州立大学	美国	86	25	26	9	60	30
苏黎世联邦理工学院	瑞士	85	27	8	20	77	25
FPIInnovations	加拿大	84	28	7	21	77	25
乌普萨拉大学	瑞典	82	29	4	23	78	24
弗吉尼亚理工大学	美国	81	30	16	15	65	29

注 由于科研机构存在更名、合并,以及机构名称不统一等情况,在数据处理时,对各个机构进行了梳理,并将涉及以上情况的机构进行了合并处理,下同。

大学、武汉大学和东北林业大学,机构数量占比达 40%。近 10 年来,我国在纳米纤维素研究领域的投入与产出都有较明显提升,学术影响力也逐年增大,并且未来将有更加突出的表现。

(2) 论文的被引频次分析

论文的被引频次可以从一定程度上反映论文受同行的关注程度,是测度科研成果学术影响力的基本指标之一。一个科研机构的总被引频次可以反映其学术影响力的整体状况。

1983—2018 年 WOS 纳米纤维素论文被引频次 TOP30 的科研机构见表 5。由表 5 可知,美国有 8 家科研机构进入前 30 名;中国和法国均有 4 家科研机构,但是法国科研机构的论文被引频次总体排名靠前;瑞

典和加拿大均有 3 家科研机构,但是瑞典科研机构的论文被引频次总体排名相较于加拿大靠前;日本、瑞士、英国均有 2 家科研机构进入前 30 名,但是日本 2 家科研机构的论文被引频次排名分别位列第四和第五;挪威有 1 家科研机构进入前 30 名。

在 1983—2018 年 WOS 论文被引频次 TOP30 的科研机构中,瑞典皇家理工学院以 14330 次高居榜首,芬兰阿尔托大学以 12775 次紧随其后,法国格勒诺布尔-阿尔卑斯大学以 12050 次位列第三,日本东京大学和京都大学分别以 8501 和 7359 次位列第四和第五。虽然 1983—2018 年 WOS 纳米纤维素论文被引频次 TOP10 的科研机构中,我国科研机构无一上榜,但是在 2011—2018 年 WOS 纳米纤维素论文被引频次

表4 2001—2018年纳米纤维素WOS高被引论文数TOP30的机构

机构	国别	2001—2018年		2001—2010年		2011—2018年	
		论文数 /篇	排名	论文数 /篇	排名	论文数 /篇	排名
瑞典皇家理工学院	瑞典	36	1	9	1	27	1
阿尔托大学	芬兰	22	2	5	4	17	2
中国科学院	中国	18	3	1	12	17	2
东京大学	日本	13	4	6	2	7	18
Pagora- Grenoble-INP 大学	法国	13	4	2	7	11	6
马里兰大学	美国	13	4	0	17	13	4
东华大学	中国	12	7	0	17	12	5
格勒诺布尔-阿尔卑斯大学	法国	12	7	4	6	8	10
吕勒奥科技大学	瑞典	11	9	2	7	9	7
麦吉尔大学	加拿大	10	10	2	7	8	10
华南理工大学	中国	9	11	1	12	8	10
美国森林管理局(US Forest Serv.)	美国	9	11	1	12	8	10
法国国家科研中心	法国	9	11	0	17	9	7
Innventia 研究院	瑞典	9	11	6	2	3	29
中国科学技术大学	中国	9	11	0	17	9	7
佐治亚理工学院	美国	8	16	0	17	8	10
北卡罗来纳州立大学	美国	8	16	2	7	6	21
挪威科技大学	挪威	8	16	5	4	3	29
西班牙国家研究委员会(CSIC)	西班牙	8	16	0	17	8	10
麦克马斯特大学	加拿大	8	16	0	17	8	10
佩鲁贾大学	意大利	8	16	0	17	8	10
四川大学	中国	7	22	0	17	7	18
加州大学戴维斯分校	美国	7	22	2	7	5	28
斯德哥尔摩大学	瑞典	7	22	1	12	6	21
弗里堡大学	瑞士	7	22	1	12	6	21
马来西亚理工大学	马来西亚	7	22	0	17	7	18
南京林业大学	中国	6	27	0	17	6	21
查尔姆斯理工大学	瑞典	6	27	0	17	6	21
武汉大学	中国	6	27	0	17	6	21
东北林业大学	中国	6	27	0	17	6	21

TOP10的科研机构中,中国科学院和华南理工大学分别以3060次和2471次位列第七和第十。东华大学在2011—2018年虽然位列第十二,但是被引频次(2407次)与华南理工大学的被引频次很相近。可见,中国科学院、华南理工大学和东华大学在纳米纤维素研究领域的国际学术影响力在近几年有了很大的提升。

2.2 CNKI数据库中的纳米纤维素论文计量分析

2.2.1 研究趋势分析

我国科技论文除了被WOS数据库收录的英文论文,还有相当一部分是中文论文,发表在中文期刊上。为了相对全面地反映我国纳米纤维素科技论文的全貌,选取CNKI数据库来统计纳米纤维素的中文论文数。

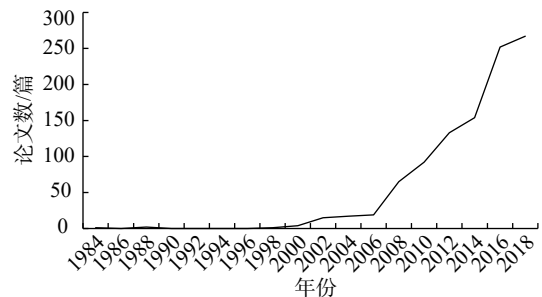


图3 CNKI数据库中纳米纤维素的论文数年度分布图

1984—2018年CNKI数据库中纳米纤维素论文数年度分布如图3所示。由图3可知,CNKI数据库中关于纳米纤维素的年度论文数整体呈增加的趋势。2000年以前,我国每年关于纳米纤维素的中文论文数很

表 5 1983—2018 年 WOS 纳米纤维素论文被引频次 TOP30 的科研机构

机构	国别	1983—2018 年		2001—2010 年		2011—2018 年	
		被引频次 /次	排名	被引频次 /次	排名	被引频次 /次	排名
瑞典皇家理工学院	瑞典	14330	1	6845	2	7485	1
阿尔托大学	芬兰	12775	2	6019	4	6756	2
格勒诺布尔-阿尔卑斯大学	法国	12050	3	10395	1	1655	19
东京大学	日本	8501	4	4386	5	4115	4
京都大学	日本	7359	5	6309	3	1050	25
Innventia 研究院	瑞典	7028	6	4021	7	3007	8
麦吉尔大学	加拿大	6264	7	3112	10	3152	6
北卡罗来纳州立大学	美国	5604	8	3496	8	2108	15
美国森林管理局 (US Forest Serv.)	美国	5332	9	1000	25	4332	3
Pagora- Grenoble-INP 大学	法国	5264	10	1447	24	3817	5
挪威科技大学	挪威	5163	11	4099	6	1064	24
吕勒奥科技大学	瑞典	4960	12	2311	14	2649	9
中国科学院	中国	4596	13	1536	21	3060	7
法国国家科研中心	法国	4248	14	2218	23	2030	16
凯斯西储大学	美国	4163	15	3356	9	807	27
俄勒冈州立大学	美国	4114	16	1721	20	2393	13
弗吉尼亚理工大学	美国	3793	17	2643	11	1150	22
武汉大学	中国	3739	18	2118	17	1621	20
弗里堡大学	瑞士	3582	19	1830	19	1752	18
纽约州立大学	美国	3493	20	2272	15	1221	21
FPIinnovations	加拿大	3343	21	934	26	2409	11
华南理工大学	中国	3312	22	841	27	2471	10
东华大学	中国	3001	23	594	29	2407	12
伦敦大学帝国理工学院	英国	2901	24	2058	18	843	26
普渡大学	美国	2793	25	425	30	2368	14
苏黎世联邦理工学院	瑞士	2698	26	843	28	1855	17
多伦多大学	加拿大	2629	27	2179	16	450	28
曼彻斯特大学	英国	2598	28	1500	22	1098	23
Louis Stokes Cleveland DVA 医疗中心	美国	2523	29	2498	12	25	29
Grande Ecole	法国	2465	30	2465	13	0	30

少, 纳米纤维素的研究基本处于萌芽状态。2000—2010 年, 我国每年关于纳米纤维素的中文论文数呈明显的增加趋势, 但每年论文数不超过 100 篇。2010—2018 年, 则进入快速增长期, 我国每年关于纳米纤维素的中文论文数达百篇以上, 2016、2017、2018 年更是分别达到了 252、228、267 篇。可见, 我国纳米纤维素研究的总体发展趋势良好, 并已进入成长期, 是当前的研究热点。

2001—2018 年我国关于纳米纤维素研究的 WOS 和 CNKI 论文数对比见图 4。从图 4 可以比较直观地看到, 从 2011 年开始, 我国对纳米纤维素的研究一直处于上升阶段, WOS 和 CNKI 论文数逐年增加。2011 年以前, 我国 CNKI 论文数和 WOS 论文数相差不多,

甚至略多于 WOS 论文数; 2011 年后, 我国 WOS 论文数快速增加, 而且持续保持快速增加趋势, 而 CNKI 论文数虽然也保持增加趋势, 但是增加趋势相对于 WOS 论文数较缓。这是因为目前我国许多科研机构过于看重 SCI 在科研评价体系中的作用, 并把这一指标当作首要的评价标准, 成为申请科研经费、评价和评职称的主要依据。在这种导向之下, 将科研成果写成英文并发表于 SCI 收录的科技期刊上成为我国科研人员的首选。这造成了我国的科研工作者反而无法及时学习我国的最新研究成果, 同时, 也不利于国内期刊的发展。

2.2.2 学科领域分析

通过纳米纤维素涉及学科领域分类饼图可大致了

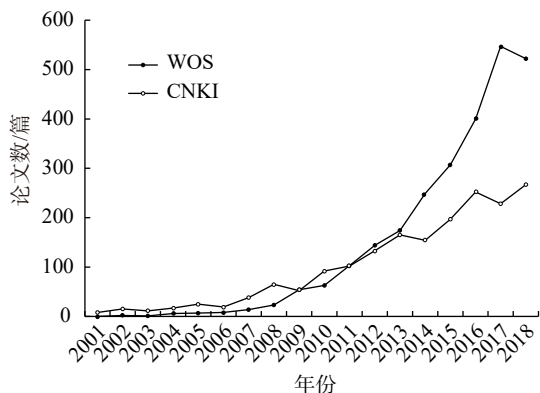


图 4 2001—2018 年我国关于纳米纤维素研究的 WOS 和 CNKI 论文数对比

解我国有哪些学科领域的科研人员从事纳米纤维素的研究。由纳米纤维素涉及学科领域分类饼图(见图 5)可知,化学工程、材料科学、生物、化学、轻工、食品等领域的科研人员对纳米纤维素的研究较多。

2.2.3 科研机构分析

科研机构的论文产出数量可以从侧面反映该机构的科研实力及学术竞争力,以及该机构在国内本专业的科研水平及所处层次。因此,统计和分析科研机构在某一学科领域的论文产出数量可以了解科研机构在这一学科领域的科学贡献度和科学研究实力。

1984—2018 年 CNKI 论文数 TOP15 的科研机构如表 6 所示。由表 6 可知,南京林业大学于 1984—2018 年共发文 113 篇,其中 2016—2018 年共发文 64 篇,排名第一;天津科技大学于 1984—2018 年共发文 113 篇,与南京林业大学的发文数相同,但 2016—2018 年共发文 56 篇,因此排名第二;华南理工大学于 1984—2018 年共发文 104 篇,2016—2018 年共发文 46 篇,排名第三;其他发文量较多的机构还有东华大学、东北林业大学、陕西科技大学、海南大学、福建

农林大学等。

通过分析 CNKI 论文数 TOP15 的科研机构可以发现,目前从事纳米纤维素研究的团队主要有两方面背景,一方面是有林业背景的,另一方面是有造纸背景的。以我国的具体学科划分来说,就是林产化学和制浆造纸两个学科。林产化学方面,现在的主要研究目标是希望应用于林产业中,突破性的成果包括生产清漆、黏合剂以及现有板材的替代材料等。而制浆造纸研究的方向则是把纳米纤维素作为整个生物质精炼平台的一个重要产品,一方面可用于生物、医药、印刷等其他行业;另一方面是希望纳米纤维素能用在纸张的抄造中,如可以作为一种新的浆料或者助剂使用。

表 6 1984—2018 年 CNKI 论文数 TOP15 的科研机构

序号	机构	1984—2018 年 论文数/篇	2016—2018 年 论文数/篇
1	南京林业大学	113	64
2	天津科技大学	113	56
3	华南理工大学	104	46
4	东华大学	79	24
5	东北林业大学	73	25
6	陕西科技大学	54	13
7	海南大学	52	11
8	福建农林大学	39	15
9	南京理工大学	38	14
10	齐鲁工业大学	35	8
11	北京林业大学	33	4
13	江南大学	29	16
12	四川大学	29	12
14	天津工业大学	26	10
15	贵州大学	22	7

2.2.4 高产作者分析

高产作者发文情况见表 7。由表 7 可知,天津科

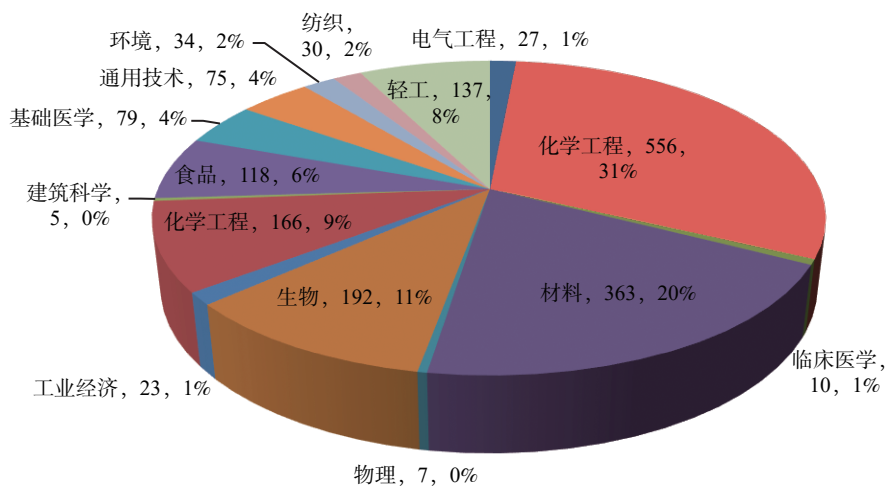


图 5 纳米纤维素学科涉及领域分类饼图

技大学贾士儒教授发表的纳米纤维素论文数为45篇,排名第一;东北林业大学刘志明教授发表的纳米纤维素的论文数为37篇,排名第二;齐鲁工业大学马霞教授、福建农林大学黄彪教授及南京理工大学孙东平教授发文数排名靠前。其中,贾世儒教授、马霞教授及孙东平教授在细菌纤维素方面的研究和发文较多;刘志明教授发文主要集中在纳纤化纤维素方面;黄彪教授发文主要集中在纳米微晶纤维素和纳纤化纤维素方面。这几位高产学者在纳米纤维素领域拥有较高的学术影响力。CNKI论文数TOP20的高产作者中,从事制浆造纸及相关研究工作的作者占比较高。近年来,纳米材料在造纸领域中的应用研究成为热点,表现在纳米纤维素基础研究快速发展,从事造纸及相关研究工作的科研人员在这一领域的发文量逐年增多。

2.2.5 高被引文献分析

CNKI数据库中被引频次较高的纳米纤维素文献见表8。从表8可以看出,叶代勇的文献“纳米纤维素的制备”被引频次最高,为219次,并且下载量达8120次;马承铸等的文献“细菌纤维素生物理化特性和商业用途”的被引频次为128次,目前排名第二,但下载量不是很高,为662次。在被引频次TOP20的文献中,细菌纤维素类的文献有8篇,占比达

40%。这表明,在我国纳米纤维素细分领域中,细菌纤维素是一个研究热点。《化工进展》和《纤维素科学与技术》这两本期刊刊登的纳米纤维素高被引文献

表7 高产作者发文情况

序号	作者	所属机构	论文数/篇
1	贾士儒	天津科技大学	45
2	刘志明	东北林业大学	37
3	马霞	齐鲁工业大学	31
4	黄彪	福建农林大学	28
5	孙东平	南京理工大学	24
6	唐丽荣	福建农林大学	21
7	王华平	东华大学	21
8	洪枫	东华大学	19
9	陈仕艳	东华大学	19
10	卢红梅	贵州大学	19
11	王瑞明	齐鲁工业大学	18
12	李大纲	南京林业大学	18
13	谢成	东北林业大学	16
14	王志杰	陕西科技大学	15
15	戴红旗	南京林业大学	15
16	王海英	东北林业大学	15
17	刘雄	西南大学	15
18	卢麒麟	福建农林大学	15
19	裴重华	西南科技大学	15
20	张洋	南京林业大学	14

表8 CNKI纳米纤维素文献被引次数及下载量

排名	篇名	文献类型	作者	刊名	发表时间	被引频次/次	下载量/次
1	纳米纤维素的制备	综述	叶代勇	化学进展	2007-10-24	219	8120
2	细菌纤维素生物理化特性和商业用途	综述	马承铸,等	上海农业学报	2001-11-25	128	662
3	纳米纤维素的制备	综述	李伟,等	化学进展	2010-10-24	114	4833
4	新型生物材料——细菌纤维素	综述	贾士儒,等	食品与发酵工业	2001-2-20	112	953
5	细菌纤维素的商业化用途	综述	余晓斌,等	纤维素科学与技术	1999-8-15	112	383
6	细菌纤维素研究新进展	综述	杨礼富	微生物学通报	2003-8-27	108	1489
7	细菌纤维素在生物医学材料中的应用	综述	谭玉静,等	中国生物工程杂志	2007-4-15	104	1978
8	纳米纤维素晶体的研究现状	综述	蒋玲玲,等	纤维素科学与技术	2008-6-15	90	1883
9	纳米微晶纤维素表面改性研究	研究论文	王能,等	高分子学报	2006-8-30	90	2192
10	一种棒状纳米微晶纤维素的物性研究	研究论文	李小芳,等	纤维素科学与技术	2001-6-30	88	821
11	细菌纤维素——一种新兴的生物材料	综述	郝常明,等	纤维素科学与技术	2002-6-30	85	598
12	细菌纤维素的研究进展	综述	胡晓燕,等	纤维素科学与技术	1998-11-15	81	727
13	纳米纤维素的制备及应用	综述	董凤霞,等	中国造纸	2012-6-15	79	3281
14	纳米纤维素晶须的制备及应用的研究进展	综述	李金玲,等	林产化学与工业	2010-4-15	77	2831
15	酸碱处理后纳米微晶纤维素的热行为分析	研究论文	王能,等	高分子学报	2004-12-18	76	950
16	细菌纤维素的生物合成及其应用	综述	贾士儒,等	化工科技市场	2001-2-15	71	676
17	纳米纤维素晶体的研究现状	综述	蒋玲玲,等	纤维素科学与技术	2008-6-15	90	1883
18	纳米微晶纤维素表面改性研究	研究论文	王能,等	高分子学报	2006-8-30	90	2192
19	纤维素酶解天然棉纤维制备纳米纤维素晶体及其表征	研究论文	蒋玲玲,等	化学工程与装备	2008-10-15	64	971
20	纳米微晶纤维素胶体的流变性研究	研究论文	郭瑞,等	高分子材料科学与工程	2006-9-30	62	894

较多。《中国造纸》刊登的董凤霞等的文献“纳米纤维素的制备及应用”的被引频次为76次，且下载量较高，达3281次。

高被引文献中，综述类文献占比达67%，表明综述类文献的被引率大于研究论文。研究论文的创新性很强，对学科前沿的发展具有推动作用，而在被引频次TOP20的文献中，研究论文占比仅为33%。

3 结 语

2010年以前，我国研究纳米纤维素的科研人员较少。2010年以后，研究的学者和团队越来越多，发表的论文数量迅速增加。根据文献数量及被引频次的统计分析，2014年至今，我国WOS高被引论文数一直保持排名第一。WOS论文数和WOS论文被引频次TOP30的科研机构中，我国上榜的科研机构分别有9家和4家，表明我国在纳米纤维素研究领域不仅科研产出提升飞速，科技创新竞争力也持续增强，越来越多的科研人员开始参与该领域研究，并积极开展国际交流与合作。

从国内外各科研机构的文献发文情况及高被引文献量来看，中国科学院、东华大学、华南理工大学、南京林业大学在纳米纤维素研究领域的投入和产出较多，具备引领纳米纤维素研究领域发展的潜能。

在科研人员方面，天津科技大学贾士儒教授、东北林业大学刘志明教授、齐鲁工业大学马霞教授、福

建农林大学黄彪教授及南京理工大学孙东平教授发文量排名靠前。其中，贾世儒教授、孙东平教授、马霞教授在细菌纤维素方面的研究和发文较多；刘志明教授发文主要集中在纳纤化纤维素方面；黄彪教授发文主要集中在纳米微晶纤维素和纳纤化纤维素方面。这几位高产学者在纳米纤维素领域具有较高的学术影响力。

参 考 文 献

- [1] YE D Y, HUANG H, FU H Q, et al. Advance in cellulose chemistry [J]. Journal of Chemical Industry and Engineering (China), 2006, 57(8):1783.
叶代勇, 黄 洪, 傅和青, 等. 纤维素化学研究进展[J]. 化工学报, 2006, 57(8):1783.
- [2] LYU J. The dispersion of bacterial cellulose and its application in papermaking industry [D]. Xi'an: Shaaxi University of Science and Technology, 2012.
吕 瑾. 细菌纤维素的分散及其在造纸工业中的应用研究[D]. 西安: 陕西科技大学, 2012.
- [3] CHA R T, WANG Z M, JIANG X Y. The industrialization progress of nanocellulose [M]//Almanac of China Paper Industry 2018, Beijing: China Technical Association of Paper Industry, 2018: 152.
查瑞涛, 王明政, 蒋兴宇. 纳米纤维素的产业化进展[M]//中国造纸年鉴 2018, 北京: 中国造纸学会, 2018:152.
- [4] MOU K W, LIU Z Y, ZHOU J P. Research progress in nanocellulose[J]. Transactions of China Pulp and Paper, 2016, 31(4): 55.
牟楷文, 刘卓燕, 周景蓬, 等. 纳米纤维素的研究进展:2001~2015年收录文献检索分析[J]. 中国造纸学报, 2016, 31(4): 55.

Analysis of the Literature Metrology of Nanocellulose

CHEN Liqing LIU Zhenhua*

(China National Pulp and Paper Research Institute Co., Ltd., Beijing, 100102)

(* E-mail: liuzh@cnppri.com)

Abstract: This article applied the method of bibliometric method to analyse the literatures of nanocellulose including the databases of Web of Science (WOS) and CNKI database. It aimed to reveal the trend in the research and development of nanocellulose in China with the expectation on providing the evidences of academic exchange as well as the cooperation between research institutions and scientific personnels.

Keywords: nanocellulose; literature metrology; Web of Science; CNKI database

(责任编辑: 杨 艳)