

基于 Web of Science 数据库的林业机械研究文献计量分析

赵 勋

(沈阳市辽中区珍珠湖生态保护区, 沈阳 110200)

摘要:林业资源的可持续发展,引起了世界各国越来越多的关注。为探究林业资源的研究现状、热点及发展趋势,利用文献计量工具 Bibliometrix 和 Biblioshiny,将 Web of Science 核心合集收录的 2000—2022 年林业机械领域相关文献,从年度发文量、研究机构及其所属国家、期刊来源、主要作者和关键词等五个方面进行了定量和可视化分析。研究结果显示:(1)2000 年以来,林业机械研究的发文数量呈指数型增长,但与其他行业相比,仍显偏少;(2)欧美国家关注林业机械研究较多,处于国际领先水平;(3)该领域的主流期刊有 *Croatian Journal of Forest Engineering, Forests, Forest Ecology and Management* 等;(4)研究较多的学者包括 Spinelli R、Dickey J P、Horn R、Marchi E、Picchio R 和 Uusitalo J;(5)过去 20 年,林业机械的研究热点从森林管理、伐木、生物质、人机工程、土壤压实等,过渡到农业机械以及生产力、精准林业,体现了林业机械从粗放林业到精细化林业的发展趋势。未来,我国需要增加林业机械领域的投入,关注并开展与欧美发达国家的林业机械合作研究。本研究可为科研人员掌握林业机械的研究现状、热点问题和发展趋势提供参考,为开展进一步的研究提供依据。

关键词:林业机械;文献计量学;Bibliometrix

DOI:10.48014/fcmet.20230322001

引用格式:赵勋. 基于 Web of Science 数据库的林业机械相关文献计量分析[J]. 中国机械工程学报, 2023, 2(1): 1-9.

0 引言

林业是国民经济的重要组成部分,是维护生态环境的重要基石^[1],也是影响国计民生的重要产业。如何提质增效,推动林业现代化进程,是林业产业发展面临的重要问题。林业机械化,是我国林业高质量发展进程中的一项重要内容,是林业生态建设和绿色发展的重要支撑^[2]。加快推进林业机械的发展,对林业现代化建设和生态文明建设具有重要意义^[3]。

林业机械是指林业生产和林产品加工过程中,为提高生产效率而使用的各种作业机械和装置^[4],主要包括营林机械、采伐机械、集材机械、运材机

械、装卸机械数类^[5]。我国林业机械自新中国成立后开始探索之路,经过几十年的发展历程,取得了显著进步,为我国林业产业的稳定发展做出了突出贡献。但也面临着一些问题,诸如林业机械使用率低,机械化造林比例仅为 10%^[6]。把握国内外林业机械的研究现状、关注热点及发展趋势,阅读文献是一个有效途径,而面对海量文献,筛选、分析和总结往往花费研究人员大量的时间和精力。

文献计量学利用数学和统计学的方法,将多个文献之间的联系以知识图谱的方式清晰直观地展示出来,为研究人员提供科学、可靠的研究轨迹和动态。目前,成熟的文献计量工具有很多,如

通讯作者 Corresponding author: 赵勋, 261162436@qq.com

收稿日期:2023-03-23; 录用日期:2023-03-27; 发表日期:2023-03-28

CiteSpace^[7-9]和Bibliometrix^[10,11]等,在文献调研中发挥了重要作用。Biblioshiny是在Bibliometrix的基础上组装的在线自动化工作软件,提供了多种文献统计方法和更多的可视化图表,具有操作方便、迅速、简洁等优点^[12]。

鉴于以上分析,本研究搜集了Web of Science核心合集2000—2022年林业机械相关文献,利用R统计工具中的Bibliometrix和Biblioshiny软件包对其进行处理和分析,旨在把握国内外林业机械的研究现状、关注热点及发展趋势,为我国林业机械的研究和发展方向提供参考和依据。

1 数据和方法

1.1 数据来源

利用Web of Science核心合集数据库进行检索,检索TS(主题) = “forestry machinery”,检索时间为2000—2022年。文献类型为“article(论著)”,语言为英语,最终搜集到225篇符合要求的文献。将以上文献的全记录与引用的参考文献以纯文本格式导出,构建林业机械文章数据库,保存为Txt格式。

1.2 研究方法

本研究利用R语言的Bibliometrix软件包(V3.4.2)对检索的文献进行数据处理与统计。将Txt格式保存的林业机械文章数据库导入Bibliometrix软件包下的Biblioshiny软件,对年发文量、研究机构及其国家、主流期刊、主要作者、关键词进行分析和可视化,以期揭示林业机械领域的发现现状和趋势。

表1 2000—2022年林业机械领域发文量在5篇以上的科研机构及其国家

Table 1 Scientific research institutions and countries with more than 5 publications in the field of forestry machinery from 2000 to 2022

机构	国家	文章数量
SWEDISH UNIV AGR SCI(瑞典农业大学)	瑞典	8
CZECH UNIV LIFE SCI PRAGUE(捷克布拉格生命科学大学)	捷克	6
LITHUANIAN UNIV AGR(立陶宛农业大学)	立陶宛	5
TECH UNIV MUNICH(慕尼黑工业大学)	德国	5
UNIV ARKANSAS(阿肯色大学)	美国	5
UNIV HELSINKI(赫尔辛基大学)	芬兰	5

2 结果与分析

2.1 年度发文量

论文的发文量揭示了该研究领域知识量的变化^[13]。近20年来,林业机械相关研究的年度发文量变化趋势如图1所示。2000—2011年,发文量没有明显增长,说明在此期间,林业机械研究并不活跃;2012—2015年,年度发文量较前10年有明显增长;2016年以后,增幅显著,表明林业机械领域研究在近些年得到广泛重视。从年度发文数量的指数函数拟合曲线结果看出, R^2 为0.794,可以近似认为林业机械年度发文量的增长趋势符合指数型增长。

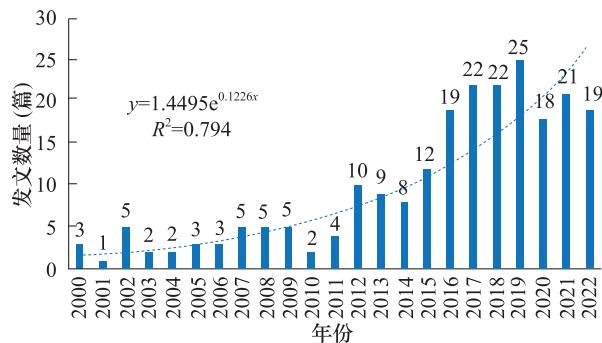


图1 2000—2022年林业机械领域发文量

Fig. 1 Number of publications in the field of forestry machinery from 2000 to 2022

2.2 研究机构及其分布

2000—2022年间,共有362个研究机构发表了林业机械方面的论文,发文数量在5篇以上的机构有6个(表1)。这些机构主要集中在欧洲(5个)和美国(1个)。

2.3 主流期刊

图 2 为林业机械领域发文量前 20 的国际刊物。其中排名前五的刊物分别为 *Croatian Journal of Forest Engineering* (14 篇)、*Forests* (13 篇)、*Forest*

Ecology and Management (9 篇)、*International Journal of Forest Engineering* (6 篇)、*Sustainability* (5 篇), 可以被认为是和林业机械研究最相关的期刊。

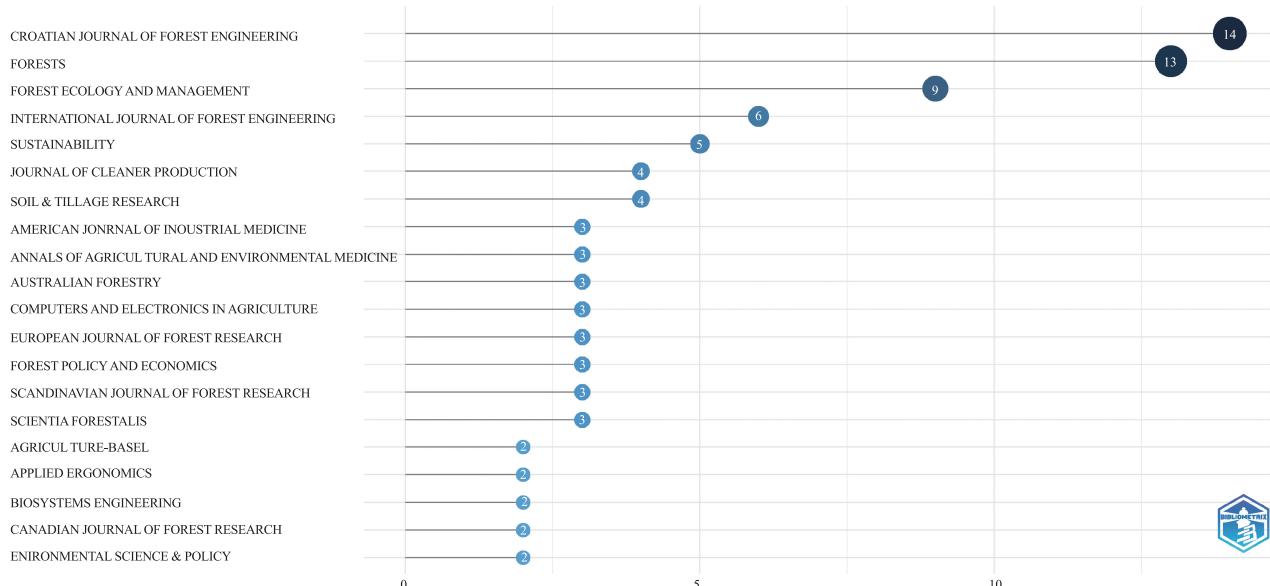


图 2 2000—2022 年林业机械领域发文量排名前 20 位的期刊

Fig. 2 Top 20 journals in the field of forestry machinery from 2000 to 2022

2.4 主要作者

2000—2022 年间, 共有 867 名研究人员参与到林业机械的相关研究中。图 3 显示了发文量最多的 15 位研究人员近 20 年的发文动态。发文量排名前 6 的作者分别为 Spinelli R(5 篇)、Dickey J P (4 篇)、Horn R(4 篇)、Marchi E(4 篇)、Picchio R (4 篇)、Uusitalo J(4 篇)。这 15 位作者中, 既有从事该领域 10 年以上的资深学者, 也有近几年才投入林业机械领域的青年学者。

2.5 高频关键词

提取林业机械领域相关文献前 20 个高频关键词, 形成如图 4 的树状图。关键词出现次数在前 10 位的是 forestry(林业)、soil compaction(土壤压实)、machinery(机械)、agricultural machinery(农业机械)、biomass(生物质)、forwarder(货代)、logging(伐木)、ergonomics(人机工程)、forest management(森林管理)、precision forestry(精准林业)。

在 Bibliometrix 的 Three-Field Plot 中, 从左至右依次选择“作者”“关键词”“刊物”, 绘制作者-关键词-刊物的网络关系(图 5), 可以清晰地看出不同文献计量指标间的关系。例如, *Croatian Journal of Forest Engineering* 期刊发表的论文中, 对林业机械领域的关注集中在“forestry”“soil compaction”“machinery”“forwarder”“safety”“ergonomics”; 发文量最大的作者 Spinelli R, 多集中于“forestry”“machinery”“logging”“biomass”等主题。

图 6 是 2000—2022 年林业机械领域的热门主题前 11 位及其演变趋势。从图中可以看出, 2016 年以前, 林业机械的研究主要关注 forest management(森林管理)、logging(伐木)、biomass(生物质)、ergonomics(人机工程)、soil compaction(土壤压实)、forwarder(货代)。2016—2018 年, 林业机械开始与 agricultural machinery(农业机械)相互关联, 2018 年以后, productivity(生产力)和 precision forestry(精准林业)成为研究人员关注的热点。

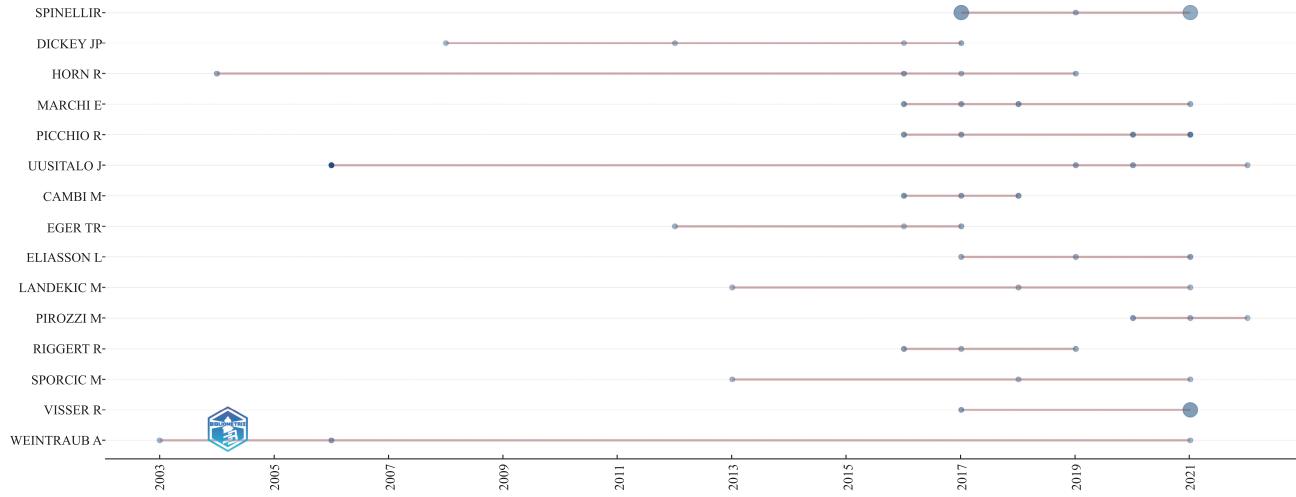


图 3 2000—2022 年林业机械领域发文量排名前 15 位的作者
(小圆点代表 1 篇文章,大圆点代表 2 篇文章)

Fig. 3 Top 15 authors in the field of forestry machinery from 2000 to 2022
(Small dots represent 1 article, big dots represent 2 articles)



图 4 林业机械相关文献高频关键词树状图
Fig. 4 Tree map of high frequency keywords in forestry machinery related literature

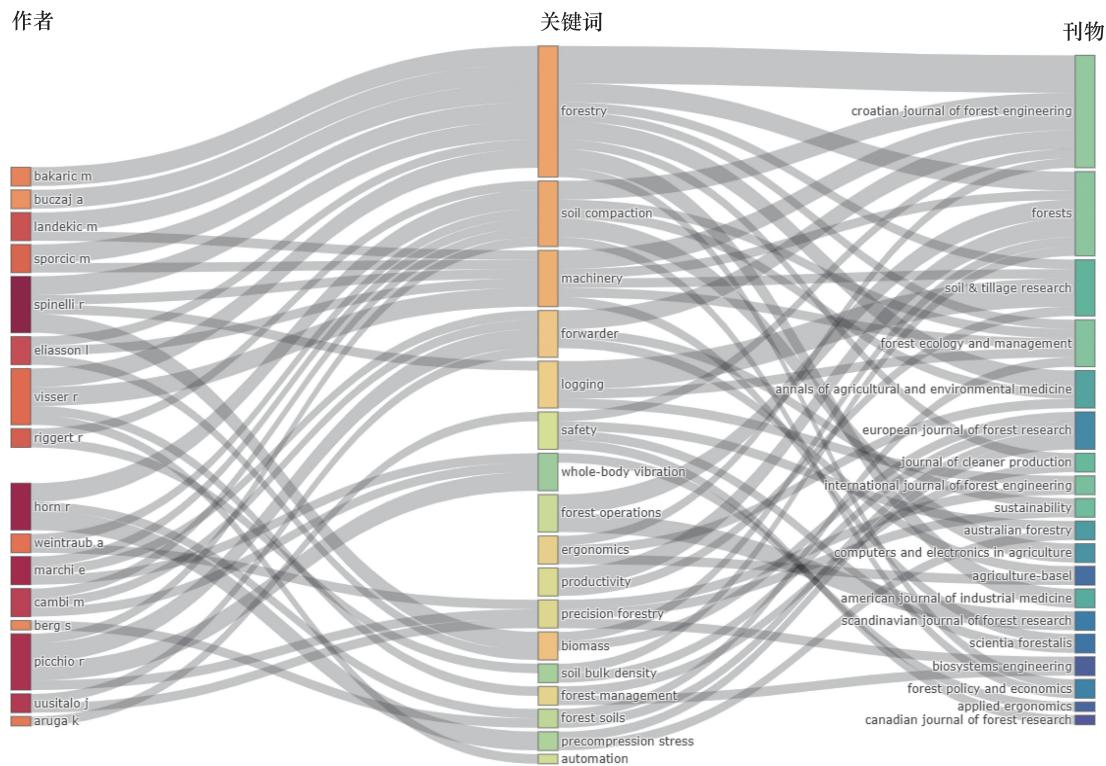


图 5 林业机械相关研究作者-关键词-刊物的分布

Fig. 5 Author-Keywords-Publication distribution of forestry machinery related research

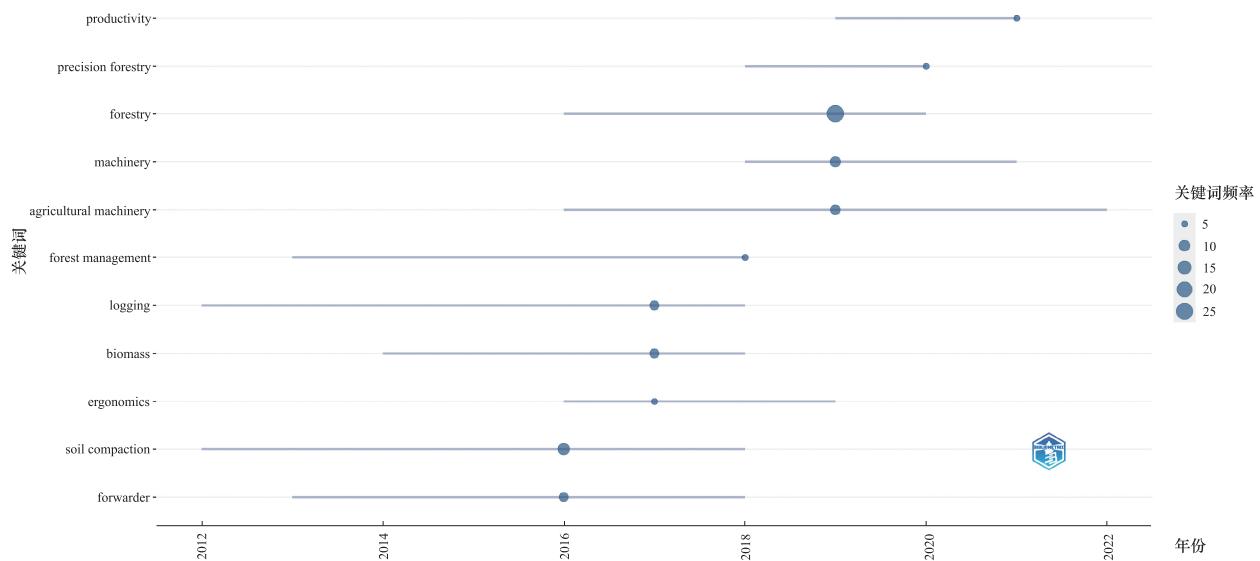


图 6 2000—2022 年林业机械主题演变趋势

Fig. 6 Evolution of forestry machinery topics from 2000 to 2022

3 讨论

3.1 研究现状

通过林业机械的发文量可以看出,在过去的 20

年,林业机械的发文量呈逐年增长的趋势,特别是 2016 年以后,发文量显著增加,可见林业机械正获得越来越多的关注。20 年间,关键词包括“forestry machinery”的论文有 225 篇,和其他热门专业的发文量相比,并不算高,仍处于科研文献增长的初始

阶段^[14]，可见，全球林业装备技术的发展，还需要更多的科研投入。在我国，每年林业机械科研推广的资金投入约为 0.08 亿，而农业机械的科研推广资金投入超过 2 亿元，投入不足的确限制了林业机械的科技创新和快速发展。在国际影响力上，欧洲和美国的科研机构发文量明显多于亚洲和非洲的国家，国际上发表林业机械论文最多的前 6 个研究机构中，有 5 个机构来自欧洲，1 个来自美国。我国研究机构在该领域的发文量稍落后于欧美国家，提示了我国在林业机械领域的发展研究还有较大的上升空间。在该领域的论文来源上，*Croatian Journal of Forest Engineering, Forests* 和 *Forest Ecology and Management* 发文量显著领先于其他刊物，在林业机械研究方向上，具有权威和经典的地位以及影响力。2000—2022 年间，共有 867 名研究人员参与到林业机械的相关研究中。特别是 2016 年以后，作者显著增加，这与发文量迅速增长的时间一致，说明越来越多的研究人员关注到林业机械这个领域，是发文量快速增长的主要原因。

3.2 研究热点

林业机械的研究热点主要集中在土壤压实、货代、人机工程、森林管理、精准林业等内容。土壤压实的研究主要来自林业采伐与土壤相互作用，如森林作业对土壤物理特性的影响^[15]、重型采伐机械压实森林土壤影响土壤细菌群落结构^[16]、土壤对滑坡机贩运和斜杠施用的响应^[17]等。货代的研究偏向于林业机械运行的可靠性，如使用摄影测量来评估由货代引起的车辙-不同轮胎和转向架轨道的比较^[18]、根据货代的牵引性能估计机械可运输等级^[19]。人机工程研究主要关注森林机械维修中的安全性^[20]。森林管理侧重林业活动对经济、环境和社会的影响^[21]。精准林业主要关注地理空间技术的突破，在此基础上研究现代化林业的操作技术和管理系统^[22]。

3.3 发展趋势

在过去 20 年中，林业机械的发展经历了从早期（2016 年以前）的 forest management（森林管理）、logging（伐木）、biomass（生物质）、ergonomics（人机工程）、soil compaction（土壤压实）、forwarder（货

代），到中期（2016—2018 年）的 agricultural machinery（农业机械），再过渡到目前（2018 年至今）的 productivity（生产力）和 precision forestry（精准林业）的热点转移过程。现实情况也证明，经过多年的发展，国外的林业机械产业已拥有大型的联合采伐机和一系列生物质能源生产利用机械，产业已非常成熟^[23]，但全球林业机械的发展普遍落后于农业机械的发展，这是由于，一方面林业机械的发展起步于农业机械，很多林业机械即是借用的农业机械，或是改装了的农业机械；另一方面，林业机械产业的投入与农业机械的投入尚有差距。以我国为例，据不完全统计，我国每年对农业机械的资金投入超过 1000 亿元，而对林业机械的投入每年不到 0.5 亿元^[24]，这使得林业机械的发展，尤其是在经验和技术方面，对农业机械多有借鉴。目前，林业机械的研究热点转变为“生产力”和“精准林业”，可以看出，林业机械产业正向高精度、高质量、高性能方向发展。未来，提高林业机械的生产力，并根据空间变异、定位、定时、定量地实施一套完整的现代化林业操作技术与管理系统，实现森林资源的精准监测与作业，将是林业机械的前沿研究方向。

4 结论

本研究以 Web of Science 核心合集为数据源，检索 2000—2022 年主题包含“forestry machinery”的文献，绘制其知识图谱，直观地分析了林业机械领域的研究现状、发展趋势和研究热点。得到结论如下：

第一，林业机械领域的研究越来越受到重视和关注，经过多年发展，呈现出快速增长的模式；

第二，欧洲和美国在林业机械研究领域具有较大的影响力，我国应鼓励该领域研究学者加强与欧美高水平机构的合作交流；

第三，*Croatian Journal of Forest Engineering, Forests* 和 *Forest Ecology and Management* 是林业机械最有影响力的期刊，学者可在以上期刊搜索林业机械经典文献，并持续关注以上期刊发表论文的选题和内容；

第四，林业机械领域的知名学者包括 Spinelli R、Dickey J P、Horn R 等人，相关学者可通过追踪以上学者的林业机械研究论文，快速掌握该领域的

基础理论和前沿热点,开拓研究思路;

第五,林业机械领域主要关注 soil compaction (土壤压实)、forwarder(货代)、ergonomics(人机工程)、forest management(森林管理)、precision forestry(精准林业)等内容。研究人员可在以上领域开展进一步研究,为我国林业机械产业发展争取突破和创新。

利益冲突:作者声明无利益冲突。

参考文献(References)

- [1] 杨旭,屈志光,邓远建.中国省域林业生产技术效率的空间收敛性及分异特征[J].资源科学,2021,43(10):1947-1960.
<https://doi.org/10.18402/resci.2021.10.02>
- [2] 王海祥.林业机械在林业产业中的作用及发展建议[J].农技服务,2021,38(7):130-132.
- [3] 周建波.“百年党史”视域中林业机械发展的回顾与展望[J].国家林业和草原局管理干部学院学报,2021,3:3-8.
<https://doi.org/10.3969/j.issn.2096-9481.2021.03.001>
- [4] 雷永杰,周建波,蒋鹏飞,等.中国林业机械发展历程分析及其影响研究[J].林业机械与木工设备,2022,50(9):14-19.
<https://doi.org/10.13279/j.cnki.fmwe.20220531.001>
- [5] 姜振寰,孙光裕,王新荣,等.自然科学学科辞典[M].中国经济出版社,1991:1-676.
- [6] 赵佳菲,张忠义,亓春旭,等.中国林业机械用户满意度调查与分析[J].林业经济问题,2022,42(4):430-439.
<https://doi.org/10.16832/j.cnki.1005-9709.20210346>
- [7] 陈盼,赵志娟.基于 Web of Science 的锂离子电池研究前沿可视化分析[J].科技与创新,2022,20:172-178.
<https://doi.org/10.15913/j.cnki.kjycx.2022.20.055>
- [8] 聂超辉,李雪飞,王丹,等.基于 Web of Science 的海岸生态修复研究发展态势分析[J].海洋技术学报,2022,41(5):111-121.
<https://doi.org/10.3969/j.issn.1003-2029.2022.05.012>
- [9] 安然,吴子童,刘美子,等.基于 Web of Science 的口腔健康素养的研究热点及可视化分析[J].中国老年保健医学,2022,20(5):36-41.
<https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-2671.2022.05.010>
- [10] 李志慧,曹聪洁,邓祥征.发展地理学中区域发展转型研究[J].发展地理学前沿,2022,1(1):16-26.
<https://doi.org/10.48014/fdg.20220618001>
- [11] 盛双庆,连华.基于 Web of Science 数据库的工业设计文献综述:1925-2021[J].中国机械工程学报,2022,1(3):17-27.
<https://doi.org/10.48014/femet.20221209002>
- [12] ARIA M, CUCCURULLO C. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis[J]. Journal of Informetrics, 2017, 11(4):959-975.
<https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- [13] LIU X, WU X, TANG J, et al. Trends and development in the antibiotic-resistance of *Acinetobacter baumannii*: a scientometric research study (1991-2019)[J]. Infect Drug Resist, 2020, 13:3195-3208.
<https://doi.org/10.2147/IDR.S264391>
- [14] 高畅,张玲玲,熊奥,等.基于科学发展四阶段理论的 WSR 方法论国内外研究对比分析及未来展望[J].管理评论,2021,33(5):15-29.
<https://doi.org/10.14120/j.cnki.cn11-5057/f.2021.05.002>
- [15] CAMBI M, GRIGOLATO S, NERI F, et al. Effects of forwarder operation on soil physical characteristics: a case study in the Italian Alps [J]. Croatian Journal of Forest Engineering, 2016, 37(2):233-239.
- [16] FREY B, KREMER J, RUDT A, et al. Compaction of forest soils with heavy logging machinery affects soil bacterial community structure[J]. European Journal of Soil Biology, 2009, 45(4):321-320.
<https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2009.05.006>
- [17] PARKHURST B M, AUST W M, BOLDING M C, et al. Soil response to skidder trafficking and slash application[J]. International Journal of Forest Engineering, 2018, 29(1):31-40.
<https://doi.org/10.1080/14942119.2018.1413844>
- [18] HAAS J, ELLHOFT K H, SCHACK-KIRCHNER H, et al. Using photogrammetry to assess rutting caused by a forwarder-A comparison of different tires and bogie tracks[J]. Soil and Tillage Research, 2016, 163:14-20.
<https://doi.org/10.1016/j.still.2016.04.008>
- [19] HITTENBECK J. Estimation of trafficable grades from traction performance of a forwarder[J]. Croatian Journal of Forest Engineering, 2013, 34(1):71-81.
- [20] BLIGARD L O, HAGGSTROM C. CCPE - the use of an analytical method to evaluate safety and ergonomics in maintenance of forest machinery[J]. Australian Forestry, 2019, 82(1):29-34.
<https://doi.org/10.1080/00049158.2019.1574540>

- [21] BERG S, SCHWEIER J, BRUCHERT F, et al. Economic, environmental and social impact of alternative forest management in Baden-Wurttemberg (Germany) and Vasterbotten (Sweden)[J]. Scandinavian Journal of Forest Research, 2014, 29(5):485-498.
<https://doi.org/10.1080/02827581.2014.927913>
- [22] Zhang H C, Zheng J Q, Dorr G, et al. Testing of GPS accuracy for precision forestry applications[J]. Arabian Journal for Science and Engineering, 2014, 39 (1): 237-245.
<https://doi.org/10.1007/s13369-013-0861-1>
- [23] 刘小虎,俞国胜.中国林业机械发展的研究[J].黑龙江农业科学,2010(7):141-143.
<https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-2767.2010.07.044>
- [24] 邢红,张伟,唐红英,等.林草装备现代化建设调研报告[J].林业和草原机械,2020,1(1):4-12.
<https://doi.org/10.13594/j.cnki.mcjgjx.2020.01.002>

Bibliometric Analysis of Forestry Machinery Research based on Web of Science Database

ZHAO Xun

(Shenyang Liaozhong District Zhenzhu Lake Ecological Protection Center, Shenyang 100200, China)

Abstract: The sustainable development of forestry resources has attracted more and more attention from countries all over the world. In order to explore the research status, hot spots and development trends of forestry resources research, Bibliometrix and Biblioshiny, a bibliometric tool, were used to analyze the relevant literature in the field of forestry machinery included in the core collection of Web of Science from 2000 to 2022. The quantitative and visual analysis was carried out from five aspects: annual publication quantity, research institutions and their countries, journal sources, main authors and keywords. The results of the study show that: (1) Since 2000, the number of publications in forestry machinery research has increased exponentially, but it is still less than that of other industries; (2) European and American countries have paid more attention to forestry machinery research and are at the leading international level; (3) The mainstream journals in this field include Croatian Journal of Forest Engineering, Forests, Forest Ecology and Management, etc.; (4) The scholars with more research include Spinelli R, Dickey JP, Horn R, Marchi E, Picchio R, and Uusitalo J; (5) In the past 20 years, the research hotspots of forestry machinery has shifted from forest management, logging, biomass, ergonomics, soil compaction, etc., to agricultural machinery as well as productivity and precision forestry, reflecting the development trend of forestry machinery from extensive forestry to refined forestry. In the future, China needs to increase its investment in the field of forestry machinery, pay attention to and carry out cooperative research on forestry machinery with developed countries in Europe and the USA. This study can provide reference for researchers to grasp the research status, hot issues and development trends of forestry machinery, and provide basis for further research.

Keywords: Forestry machinery; Bibliometrics; Bibliometrix

DOI: 10.48014/fcmet.20230322001

Citation: ZHAO Xun. Bibliometric analysis of forestry machinery research based on Web of Science Database[J]. Frontiers of Chinese Mechanical Engineering and Technology, 2023, 2(1):1-9.

Copyright © 2023 by author(s) and Science Footprint Press Co., Limited. This article is open accessed under the CC-BY License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

