

基于中国知网和 Web of Science 的无人机文献计量分析*

朱月平, 刘仕元, 陈婷婷, 王鑫悦, 曾瑞儿,
王蕾迪, 漆海霞, 兰玉彬, 张雷*

(华南农业大学农学院, 广东广州 510642)

摘要:【目的】通过文献计量学的方法,对无人机发展近况进行研究。【方法】在中国知网和 Web of Science 两大数据库平台上对无人机相关文献进行检索,基于 CiteSpace 文献分析软件,对两大平台的无人机相关文献发表量、国家分布、被引量、发表机构、研究方向、研究热点和无人机机型进行文献计量学分析。【结果】两大平台发文量变化趋势相似,在 Web of Science 我国和美国的发文量占比最大,但平均被引用量西班牙、澳大利亚、法国、德国、英国和美国 6 个国家高于平均值,我国最低;在 CNKI 中国航空院校的发文量最大,Web of Science 上前十发文机构我国和美国占据九席;在 CNKI 以航空航天科学与工程的发文量最高(44%),在 Web of Science 工程学的文章数量占比最大(55%);遥感、测绘、无人机在农业上的应用和四旋翼无人机在两大平台上均是目前的研究热点,且国内对固定翼无人机和无人直升机的研究较少。【结论】各国对无人机的研究日益增加,主要以我国和美国为主。我国应紧跟国际研究热点,继续加大无人机研究深度,特别是固定翼无人机和无人直升机,巩固我国无人机行业在国际上的地位。

关键词: 无人机; 文献计量学; CNKI; Web of Science

DOI: 10.12105/j.issn.1672-0423.20200210

0 引言

无人驾驶飞机是一种有动力、可控制、能携带多种任务设备、执行多种任务,并能重复使用的无人驾驶航空器,简称无人机(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)^[1]。无人机飞行、操作、数据处理和信息传递等功能是通过无人机系统(Unmanned Aircraft System, UAS)来完成的,UAS是由飞行器平台、控制站、通讯链路以及批准的型号设计规定的任何其他部件组成的系统^[2]。我国无人机研制技术在世界处于领先水平,形成了以“大疆”系列为代表的多种类型产品,应用范围广泛。民用方面:以旋翼无人机为主,工业和农业均有涉及,未来的市场效益超过千亿^[3]。由于无人机低空飞行特性及配备了较

收稿日期: 2020-03-15

第一作者简介: 朱月平(1998—),本科生在读。研究方向: 农业信息技术。Email: 2464864305@qq.com

※ 通信作者简介: 张雷(1984—),博士、副研究员。研究方向: 农业遥感。Email: zhanglei@scau.edu.cn

* 基金项目: 国家重点研发计划((2018YFD1000906);广东省重点领域研发计划项目(2019B020214003);广东省花生大豆产业技术体系创新团队(2019KJ136-05)

2020年4月

为先进的拍摄设备,无人机逐渐成为新型高分辨率的摄影测量应用平台^[4],可用于测绘。农业上,据统计2019年全国植保无人机的保有量突破了5万架,我国作业面积达到0.30~0.33亿 hm^2 /次,相比2016年增长了45倍^[5]。军用方面:随着航空母舰、战列舰、驱逐舰、护卫舰和两栖舰等军舰装备舰载无人机日益增加,无人机在信息化武器和智能化武器为主导的“非接触战争”中发挥着重要作用^[6]。将无人机应用于作战行动是欧美国家开创的先例,20世纪70年代的中东战争极大地促进了无人机的发展,特别是1982年在黎巴嫩贝卡谷地,以色列在其与叙利亚的局部战争中通过无人机参战取得成功的战例使无人机身价倍增^[7]。

文献难以量化,特别是文献系统高度的复杂性和不稳定性,使得有效信息难以得到足够获取,也就无法揭示文献的宏观规律。信息技术的发展与进步,推动了数学计算工具和统计学的应用与发展,依赖数学工具和统计学技术的文献计量学顺势得到更快的发展与应用^[8]。文献计量学是集数学、统计学、文献学为一体,采用数学和统计学手段研究文献情报的分布结构、数量关系、变化规律和定量管理,探讨科学技术的某些结构、特征和规律的一门学科,研究对象是文献、著者、机构、词汇等^[9]。目前,文献计量学被广泛地应用于分析不同学科研究领域的文献数据,进而揭示不同领域的研究进展。徐丽丽等基于中国知网(China National Knowledge Infrastructure, CNKI)数据库对我国农林业无人机研究进行了文献计量学分析,发现我国农林业无人机研究具有起始时间晚、研究成果少、发展程度低,且研究内容主要着力于技术与应用领域等特点^[10],而基于CNKI和Web of Science对全球无人机研究进展的分析未见相关报道,因此,文章基于文献计量学,综合国内外的数据对更广泛的无人机领域进行分析,通过在CNKI和Web of Science两大数据库平台对无人机相关文献进行检索,对比国内外无人机发展状况,展现国内外无人机研究进展,为中国无人机的研究提供发展方向。

1 材料与方法

1.1 数据来源

原始数据均来源于CNKI和Web of Science这两个文献数据库。在CNKI文献检索页面输入“无人机”进行主题检索,跨库默认选择学术期刊、博硕、会议和报纸;在Web of Science检索界面选择Web of Science核心合集,然后在基本检索下输入“UAV”进行主题检索;两大平台的主题检索都默认包括篇名、摘要和关键词。

1.2 分析方法

使用CNKI平台自带的计量可视化分析和指数分析功能,以及Web of Science平台自带的分析检索结果、精炼检索结果和创建引文报告功能,对CNKI和Web of Science两大平台无人机相关文献的发表情况进行分析,得到近10年两大平台的发文量情况、在Web of Science发文量前十国家排行、在Web of Science我国和美国的文献被引量情况、两大平台发文量前十的机构的排行、两大平台前十的研究方向情况,以及在CNKI 2019年发文量前十的热点研究主题。该文于2020年1月使用CiteSpace5.5.R2版本对在Web of

Science 2019 年全年发表的 3 026 篇无人机相关论文的关键词进行出现频次分析，论文数据从 Web of Science 平台上分批下载，得到在 Web of Science 2019 年出现频次前十的关键词。

2 结果与分析

2.1 论文发表量

2.1.1 发文总量

图 1 是近 10 年 CNKI 和 Web of Science 两个平台的发文量变化趋势对比图，发现无人机相关论文的年发表量在 CNKI 和 Web of Science 两个平台上的变化趋势基本一致。两个平台都是 2014 年以前增长缓慢，2014 年后快速增长，其中 CNKI 发文量的增长幅度更大。CNKI 平台上无人机相关论文年发表量从 2010 年的 668 篇增长到 2019 年的 4 439 篇，2019 年只比 2018 年增加了 171 篇，增长幅度很小；Web of Science 平台上则从 2010 年的 493 篇增长到 2019 年的 3 560 篇，2019 年的发文量比 2018 年增加了 118 篇，增长幅度较小。

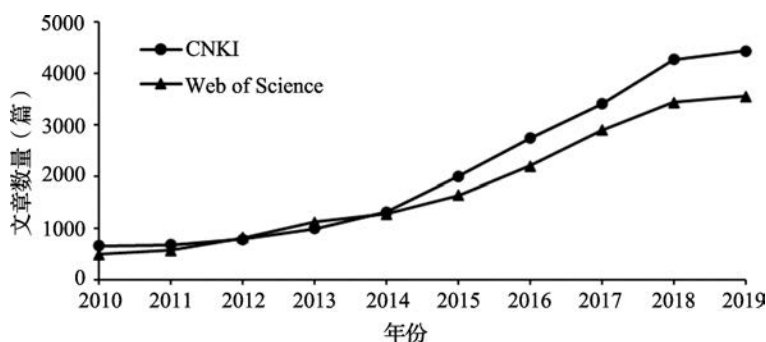


图 1 近 10 年两大平台的发文量变化趋势

Fig.1 The variation trend of the paper amount on the two platforms in the past 10 years

2.1.2 各国论文发表量

由表 1 可以看到，在 Web of Science 平台上发文量排在前十的国家依次为中国、美国、韩国、意大利、德国、英国、法国、西班牙、澳大利亚和加拿大。我国在无人机相关领域发表的论文数量最多，为 5 038 篇；其次是美国 3 982 篇，两国相差 1 056 篇。另外，我国和美国的发文量占平台全球发文总量的百分比分别为 26.08% 和 20.61%，远超后八位国家的发文量百分比。

文献数量说明作者生产的文献产量或科研能力，而文献被引频次一方面说明作者生产的文献的质量，另一方面在很大程度上反映其研究成果对科学发展所做的贡献^[11]。虽然中国的发文量比美国更多，但由图 2 可以发现，我国在 Web of Science 发表的无人机相关论文的年被引用量一直低于美国。从 2018 年开始中国的年被引用量增速变大，2019 年的被引用量中国已经非常接近美国。因为被引总量受发文总量影响较大，所以分析比

2020年4月

表 1 在 Web of Science 发文量前十的国家

Table 1 The top 10 countries on Web of Science based on the paper amount

国家	发文数量 (篇)	百分比 (%)
中国	5 038	26.08
美国	3 982	20.61
韩国	936	4.85
意大利	883	4.57
德国	882	4.57
英国	788	4.08
法国	772	4.00
西班牙	752	3.89
澳大利亚	701	3.63
加拿大	686	3.55

较发文量前十国家的被引总量和发文总量的比值，即平均被引用量发现，在 Web of Science 发文量前十的国家中，西班牙、澳大利亚、法国、德国和英国 5 个国家虽然发文量比美国低，但平均被引用量均高于美国，且均高于平均值（图 3）。但我国的平均被引用量远低于平均值，在前十国家里面最低。

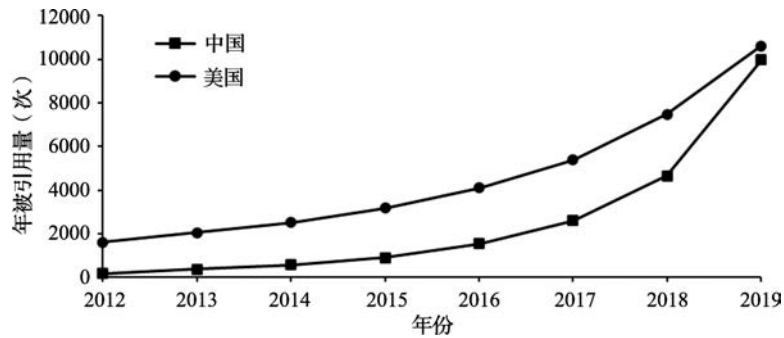


图 2 在 Web of Science 中国和美国的文献被引量
Fig.2 Citations of China and America on Web of Science

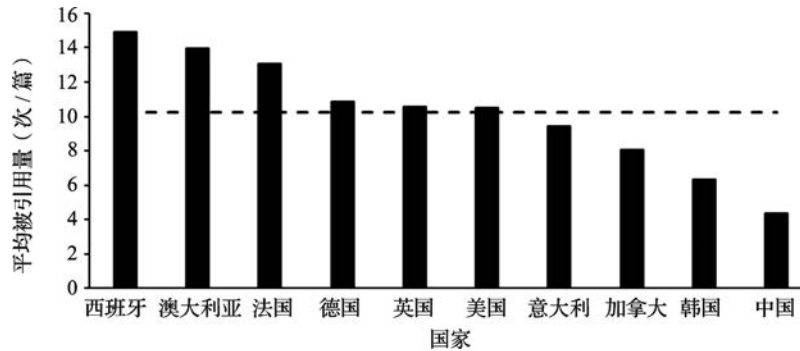


图 3 在 Web of Science 发文量前十国家的平均被引用量
Fig.3 The average number of citations of the top ten countries on Web of Science

2.2 发文机构情况

论文是研究机构科研产出的重要表现形式，基于文献计量学对研究机构发表的论文进行评价，可以充分反映出研究机构的产出情况^[12]。由表 2 可以看出，在 CNKI 发文量前十的机构中有 5 个是航空院校，分别是西北工业大学、南京航空航天大学、空军工程大学、北京航空航天大学和海军航空工程学院，第一名的西北工业大学是唯一发文量超过 1 000 篇的院校；除空军工程大学、海军航空工程学院以外，前十机构中还有国防科学技术大学和解放军军械工程学院这 2 所军校；仅有 3 所普通院校，分别是中国科学院大学、武汉大学和北京理工大学，依次排在前十机构的最后三名。

表 2 在 CNKI 发文量前十的机构排行
Table 2 The top 10 organizations on CNKI based on the paper amount

机构	发文数量 (篇)	机构	发文数量 (篇)
西北工业大学	1 241	海军航空工程学院	194
南京航空航天大学	785	解放军军械工程学院	180
空军工程大学	511	中国科学院大学	124
北京航空航天大学	489	武汉大学	121
国防科技大学	239	北京理工大学	117

由表 3 可以看出，在 Web of Science 发文量前十的机构有 6 所是中国机构，分别是北京航空航天大学、中国科学院、西北工业大学、国防科技大学、南京航空航天大学 and 北京理工大学，其中西北工业大学和南京航空航天大学在 CNKI 的中文文献发文量远大于在 Web of Science 上的外文文献发文量，而北京航空航天大学、国防科技大学和北京理工大学这 3 所院校则相反，外文文献发文量略超过中文文献发文量，此外，北京航空航天大学在 Web of Science 上发文量前十机构中位列第一。在 Web of Science 发文量前十的机构中还有 3 所来自美国，分别是美国国防部、加州大学系统和美国空军，其中美国国防部排行第二，加州大学和美国空军排行较低，分别为第八和第十名。来自法国的法国国家科学研究中心排名第五，是前十机构中唯一来自中美以外国家的机构。可见，在 Web of Science 发文量前十机构基本被中国和美国的机构包揽，符合中美两国的发文量情况。

表 3 在 Web of Science 发文量前十的机构排行
Table 3 The top 10 organizations on Web of Science based on the paper amount

机构	发文数量 (篇)	机构	发文数量 (篇)
北京航空航天大学	518	国防科技大学	302
美国国防部	389	南京航空航天大学	259
中国科学院	381	加州大学	245
西北工业大学	360	北京理工大学	213
法国国家科学研究中心	324	美国空军	198

2.3 研究方向

由表 4 可以看出，CNKI 平台分析的前十研究方向中，航空航天科学与工程研究方向发文数量最多，占比最大为 44%，是自然地理学和测绘学发文数量的 4 倍；而 Web of

2020年4月

Science平台前十研究方向中(表5), 工程学研究方向发文数量最多 1.049 7 万篇, 占比最大为 55%, 且计算机科学、自动化控制系统、电信学、遥感和机器人学发文数量占比均在 10% 以上。对比两个平台前十研究方向的百分比发现, 两个平台前十研究方向有明显差异, CNKI 的前十研究方向中包括植物保护、工业经济以及电力工业; 而 Web of Science 的前十研究方向中包括机器人学、光学和仪器仪表学, 表明中文和英文文章发表的有关无人机研究方向有明显差异。

表 4 在 CNKI 前十的研究方向

Table 4 The top 10 research fields on CNKI based on the paper amount

研究方向	文章数量(篇)	百分比(%)
航空航天科学与工程	10 353	44.00
自然地理学和测绘学	2 661	11.31
武器工业与军事技术	1 833	7.79
自动化技术	1 666	7.08
计算机软件及计算机应用	1 541	6.55
工业经济	1 317	5.60
农业工程	1 142	4.85
电信技术	1 042	4.43
植物保护	1 009	4.29
电力工业	963	4.09

表 5 在 Web of Science 前十的研究方向

Table 5 The top 10 research fields on Web of Science based on the paper amount

研究方向	文章数量(篇)	百分比(%)
工程学	10 497	54.33
计算机科学	5 476	28.34
自动化控制系统	3 696	19.13
电信学	2 725	14.11
遥感	2 638	13.65
机器人学	2 094	10.84
成像科学摄影技术	1 369	7.09
光学	1 105	5.72
仪器仪表学	942	4.88
地质学	792	4.10

2.4 无人机研究热点

利用主题分析功能和 CiteSpace5.5.R2 版本分别对在 CNKI 和 Web of Science 2019 年发表的无人机相关论文进行分析, 结果表明, 遥感、摄影测绘、无人机在农业上的应用(精准农业、植保无人机)、四旋翼无人机等在中国和国外都是研究热点。在 CNKI 发文的研究主题无人机系统、植保无人机文章数量最多, 分别为 285 篇和 252 篇; 而在 Web of Science 平台上遥感文章数量最多为 102 篇, 从另外一个角度反映出我国和国外研究重点的差异。

表 6 2019 年 CNKI 发文量前十的热点研究主题

Table 6 The top 10 keywords on CNKI based on the paper amount in 2019

研究热点	文章数量 (篇)	研究热点	文章数量 (篇)
无人机系统	285	无人机遥感	144
植保无人机	252	无人机航测	136
无人机技术	183	无人机遥感技术	132
无人机任务分配	154	无人机航拍	128
四旋翼无人机	147	无人机影像	109

表 7 2019 年 Web of Science 出现频次前十的关键词

Table 7 The top 10 keywords on Web of Science based on the paper amount in 2019

研究热点	文章数量 (篇)	研究热点	文章数量 (篇)
遥感	102	机器学习	43
物联网	65	四旋翼无人机	42
航迹规划	54	激光雷达	40
深度学习	54	精准农业	36
摄影测绘	53	基于运动的重建	36

2.5 国内无人机机型研究分析

按用途分类,无人机可分为民用和军用;按外形结构,无人机主要分为固定翼无人机和旋翼无人机。多旋翼无人机具有可折叠、垂直起降、可悬停、对场地要求低等优点,因此备受青睐^[13]。相比于旋翼无人机,固定翼无人机具有速度快、载重大、航程长等特点,在执行任务方面具有明显的优势^[14]。CNKI 中关于无人机的主题排行中前四十却没有固定翼无人机,而四旋翼无人机、多旋翼无人机和无人直升机这 3 种旋翼无人机的主题则全进入前四十,说明国内对固定翼无人机的研究还不足。对 2012—2019 年近 8 年来四旋翼无人机、多旋翼无人机和无人直升机的中文文献年发表量分析发现(图 4),无人直升机和四旋翼无人机起步相近,四旋翼飞机的年发文量不断上升,无人直升机的年发文量则一直维持在刚起步时的低位水平附近。无人机直升机结构复杂,系统具备非线性

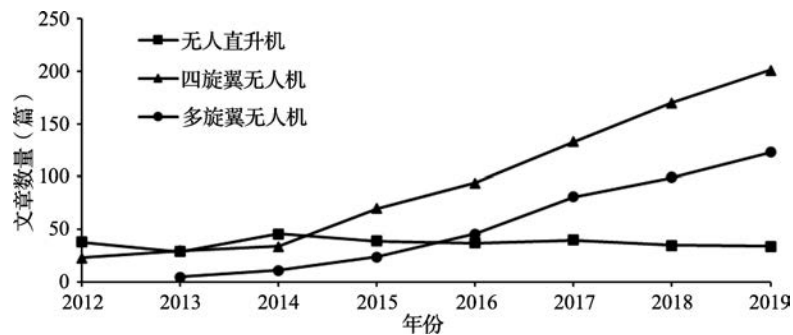


图 4 在 CNKI 四旋翼无人机、多旋翼无人机和无人直升机的每年的发文量对比

Fig.4 Comparison of the number of articles published on CNKI about quad-rotor UAV, multi-rotor UAV and unmanned helicopter each year

2020年4月

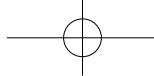
和多变量特点,使得位置/偏航角跟踪控制系统的设计具有较大的挑战性^[15],起步最晚的多旋翼无人机年发文量从2013年起步开始与四旋翼无人机同步不断上升,无人直升机还有很大的研究和应用空间。

3 结论

为明确国内外无人机的发展状况,该研究基于CNKI和Web of Science两大文献数据库对无人机相关论文的发表情况进行了文献计量学分析。结果表明,2010—2019年在CNKI和Web of Science,无人机的发文量均呈增长趋势,其中CNKI的增长量更大;在Web of Science中国无人机发文量占全球无人机发文量的26.08%,美国占20.61%,其余国家的占比均低于5%,表明中国和美国的无人机研究水平均位于世界前列,但平均被引用量西班牙、澳大利亚、法国、德国、英国和美国6个国家均高于平均值,而中国平均被引用量最低,远低于平均值,北京航空航天大学、西北工业大学和南京航空航天大学在CNKI和Web of Science均发表了大量的研究成果,是我国研究无人机的主力军,拥有很强的无人机科研实力,而美国国防部和美国空军是美国研究无人机的主力机构。遥感、摄影测绘、无人机在农业上的应用和四旋翼无人机4个研究方向是目前国内外的主要研究热点。基于以上无人机文献计量学分析,中国应继续紧跟国际研究热点,加大无人机的研究深度和广度,巩固我国无人机行业的国际领先地位。

参考文献

- [1] 淳于江民,张珩.无人机的发展现状与展望.《飞航导弹》,2005(2): 23-27.
- [2] 张育锋,李图南.浅谈无人机的发展及应用.《北京测绘》,2017(1): 114-118.
- [3] 顾军林.大数据在农业无人机上的应用研究.《农机化研究》,2019,41(4): 213-217.
- [4] 高尚.无人机平台及测量技术综述.《河南科技》,2017(3): 55-56.
- [5] 康平.我国植保无人机突破5万架2020年将迎来新机遇.《农药市场信息》,2020(2): 1.
- [6] 谭立国,杨小艳,宋申民,等.面向小型舰船的固定翼无人机海上回收方法综述.《哈尔滨工业大学学报》,2019,51(10): 1-10.
- [7] 郑波,汤文仙.全球无人机产业发展现状与趋势.《军民两用技术与产品》,2014(7): 8-11.
- [8] 吴爱芝.信息技术进步与文献计量学发展.《现代情报》,2016,36(2): 32-37.
- [9] 娄丽娜.文献计量学在科研机构竞争力评价中的应用研究.《图书情报工作》,2014,58(S2): 209-211, 214.
- [10] 徐丽丽,解春霞,刘云鹏,等.我国农林业无人机研究文献计量学分析.《江苏林业科技》,2017,44(1): 37-40.
- [11] 安源,张玲.文献计量学在我国图书情报领域的应用研究进展综述.《图书馆》,2014(5): 63-68.
- [12] 赵蓉英,许丽敏.文献计量学发展演进与研究前沿的知识图谱探析.《中国图书馆学报》,2010(5): 60-68.
- [13] 苏瑞东.无人机在现代农业中的应用综述.《江苏农业科学》,2019,47(21): 75-79.
- [14] 王祥科,刘志宏,丛一睿,等.小型固定翼无人机集群综述和未来发展.《航空学报》,2020,41(4): 20-45.
- [15] 黄鑫,吉月辉.六自由度无人直升机位置和偏航角跟踪控制.《控制工程》, <https://doi.org/10.14107/j.cnki.kzgc.20190527>, 2019-9-20.



Bibliometrics research of UAV based on CNKI and Web of Science

Zhu Yueping, Liu Shiyuan, Chen Tingting, Zeng Ruier,

Wang Xinyue, Wang Leidi, Qi Haixia, Lan Yubin, Zhang Lei*

(College of Agriculture, South China Agricultural University, Guangdong Guangzhou 510642, China)

Abstract: [Purpose] We conducted the research about the recent development of UAV through the method of bibliometrics. [Method] Based on the software of CiteSpace literature analysis, the bibliometric analysis of the amount of UAV-related literature, national distribution, citations, publishing organizations, research directions, research hotspots, and UAV models based on the two major database platforms of China National Knowledge Infrastructure (CNKI) and Web of Science were conducted. [Result] The change trend of the published article related UAV literatures were similar in both CNKI and Web of Science. China and the U.S. account for the largest proportion of the total publications in the Web of Science. However, the average citations of the published article in Spain, Australia, France, Germany, the United Kingdom and the United States were higher than the average value, and the lowest citation value was found in China. Chinese aviation academies have published the largest articles in CNKI, and China and the United States occupy nine seats among the top ten publishing organizations in the Web of Science. For the research direction, the article related aerospace science and engineering accounting for 44 percent in CNKI, but the article related engineering accounting for 55 percent in the Web of Science. Remote sensing, surveying and mapping, the application of UAVs in agriculture, and quadrotor UAVs are the current research hotspots on the two platforms, however, less research was conducted on the fixed-wing drones and unmanned helicopters in China. [Conclusion] Research on UAV has risen rapidly at home and abroad, and mainly distributed in China and the United States. China should keep up with international research hotspots and continue to increase the depth of UAV research, especially in fixed-wing UAV and unmanned helicopters, and consolidate China's international position in the UAV industry.

Key words: UAV; bibliometrics; CNKI; Web of Science