

# 基于 CiteSpace 的数字农业研究热点与趋势分析

方燕玲

(仲恺农业工程学院 经贸学院, 广州 510220)

**摘要:** 为了了解数字农业的研究热点与未来发展趋势,以中国知网(CNKI)数据库为数据来源,利用 CiteSpace 软件对 551 篇关键词为“数字农业”文献进行计量分析,主要针对 2000—2022 年的年发文量、核心作者及关键词等内容。结果表明,数字农业研究产出呈现快速上升的趋势;该领域的核心作者发文量较少,且核心机构影响力仍需提高扩散;智慧农业、物联网、数字经济是该领域研究热点,未来的研究需在“互联网”和农业发展相结合等内容的基础上,切实解决农业发展进程中的实际问题。

**关键词:** 数字农业;可视化;CiteSpace

**中图分类号:** F272.3    **文献标志码:** A    **文章编号:** 1671-1807(2023)14-0243-07

2022 年是进入全面建设社会主义现代化国家、向第二个百年目标进军新征程的重要一年,农业农村现代化也随之成为“关键词”之一,而数字农业正是农业农村现代化的重要途径,是帮助传统农业走上信息化、标准化、智慧化的重要方式,是加快乡村振兴稳步快速发展的重要途径。但是目前鲜有人研究数字农业的发展态势,本文基于 CiteSpace 软件,对数字农业的相关研究进行文献计量及可视化分析,对乡村振兴战略的发展提供参考价值。

## 1 数据来源和研究方法

以中国知网(CNKI)数据库为数据来源,在期刊文献中将关键词设为“数字农业”进行高级检索,发文开始时间不限,截止时间为 2022 年 11 月 2 日,检索时间为 2022 年 11 月 7 日。检索出 962 条结果,对检索的结果进行整理,删除期刊中无作者文献、报纸、会议、学位论文等不相关条目,共筛选出 551 篇文献样本,将得到的数据以 txt 文件格式导出,以 Citespace 可识别的文件命名并进行处理。

CiteSpace 软件是一种可以对发文作者、机构及关键词等进行计量分析,形成可视化知识共现图谱的文献分析软件。与传统的综述相比,CiteSpace 软件可以更直观、清晰地展现某个领域的发文特征,可以直观地找到相关研究理论之间的桥梁,学者也可从中探索新的研究方向。通过分析数字农业相关方向的年发文量、核心作者、关键词共现强度和发文量排名前列的机构等,分析我国数字农业研究

领域的发展态势。

## 2 文献结果统计分析

### 2.1 论文发表数量分析

论文发表数量随着时间的变化可历时性地反映该研究领域的发展状况<sup>[1]</sup>。由图 1 可见,国内对数字农业领域的研究始于 2000 年,2000—2007 年呈缓和上升趋势,但在 2007—2017 年呈现下降趋势,并且发文量较低,这表明农业政策还没有受到核心研究圈的广泛关注,当然也和当时的经济社会发展背景有关。随后 2017—2021 年发文量快速上升,并在 2021 年达到最大值 117 篇,接着 2022 年发文 79 篇,有所下降,但是总体趋势较之前是上升的。原因主要是在 2017 年我国提出了乡村振兴战略;2018 年“中央一号文件”中也多次提到发展数字农业,实施数字乡村战略;2021 年“中央一号文件”指出,实施数字乡村建设发展工程,推动农村千兆光网、第五代移动通信(5G)、移动物联网与城市同步规划建设。2021 年“中央一号文件”中所提到的建设内容,为实现数字农业的发展提供了强有力的支持。可见数字农业的研究与发展离不开国家政策的影响。

### 2.2 主要作者分析

借助 CiteSpace 软件对 551 条数据选择节点类型(node types)为作者的可视化图谱分析,得到图 2。网络节点数量为 449,连线数量为 447,网络密度为 0.003 7,该领域形成了 10 组联系紧密的研究团

收稿日期:2023-04-04

基金项目:广州市教育科学规划 2022 年度课题(202218143)。

作者简介:方燕玲(1996—),女,广东湛江人,仲恺农业工程学院,硕士研究生,研究方向为产业经济。

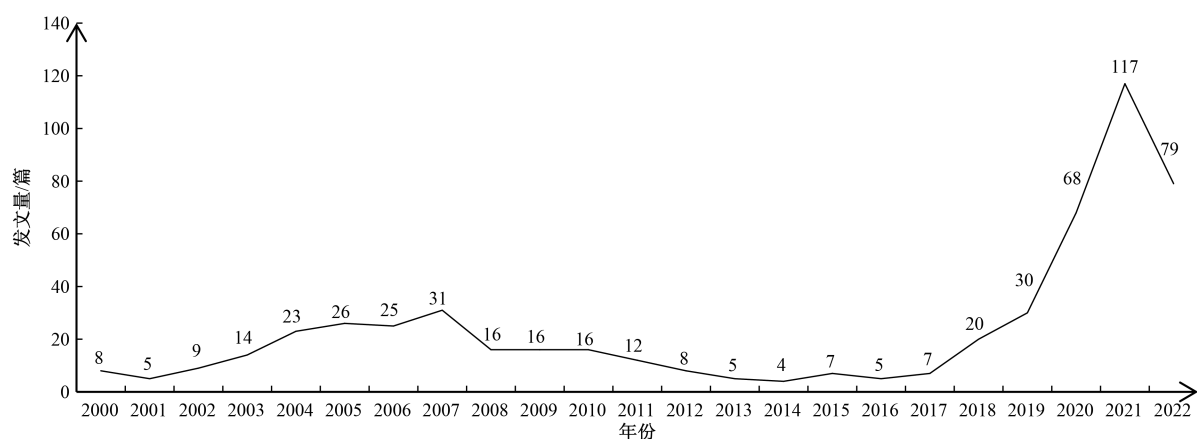


图1 2000—2022年我国数字农业研究年发文量

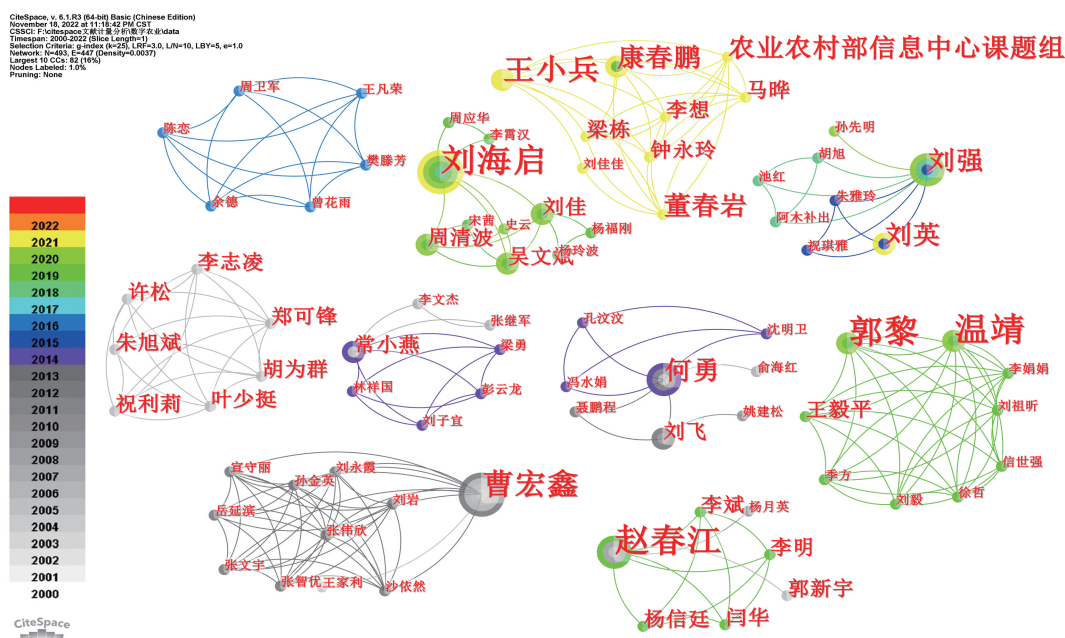


图2 数字农业研究领域主要研究作者的共现知识图谱

队,其中主要是以曹宏鑫、刘永霞为代表的研究团队,主要研究农业模型与数字农业的关系,分析农业模型在研究和实际运用中存在的问题,提出对策和建议;以何勇为代表的研究团队,主要研究农业信息领域的人才培养,还会涉及将无线传感网络信息快速采集技术和农业物联网智能监控与精准管理处理技术运用在农田土壤营养和成分的研究中,以实现农田的实时监控;以赵春江为代表的研究团队,主要研究数字农业生产空间决策系统的主要组成部分;以常小燕为代表的研究团队,主要研究数字乡镇建设;以刘海启为代表的研究团队,主要研究遥感技术和数字农业相关领域。由图2可知,以何勇、赵春江和常小燕各自为代表的研究团队中作者间的研究时间跨度都比较大。2018—2021年,分别以郭黎为代表和以王小兵为代表形成了联系比较紧密的两个大网格,其中郭黎带领的团队主要研

究农业科技、农业技术的相关方面,以王小兵为代表的团队,主要研究智慧农业,还会涉及利用互联网建设农业特色小镇。

借助 CiteSpace 软件中显示的有关作者的分析数据,截取前 10 名高产作者的数据并制成表格,可得到如表 1 所示的结果。在筛选出的 551 个数据中,发文量最多的作者有赵春江、张超等 5 人,文章数均是 5 篇,其余 5 位的文章数均是 4 篇,这 10 位作者之外的其他作者发布的文献数量绝大多数在 1~3 篇。根据普赖斯定律,  $M=0.749(N_{\max})^{1/2}$  ( $N_{\max}$  指最高产作者的发文量),得出最高产作者阈值为 1.674,因此发文量大于(或等于)2 的作者即为高产作者。经统计发现,高产作者有 82 位,总发文量为 203 篇,占(总篇数 551)比为 36.8%,距离形成核心作者群(50%)还差 13.2%,说明作者之间的科研合作关系较弱,核心作者群没有形成。发文量排名前 10 名的作者中心

性(0)较低,表明需要进一步加强数字农业领域的理论研究,从而确定研究的主要方向,形成多核心的发展模式。在作者的关注领域(只截取作者在中国知网上的前4个关注领域)中,主要研究作者的关注领域有数字农业、数字乡村、地理信息系统等多方面,说明核心作者的共同关注领域较少,在数字农业方面的专业性还有待提高,需要大量的专家学者共同研究创新,多方面钻研发展。

总体上看,核心作者需要进一步加强数字农业研究领域的创新研究,以推动数字农业研究领域的多方面发展。数字农业研究呈现单核心的发展模式

表 1 数字农业研究领域主要研究作者的发文量

| 序号 | 作者  | 发文量 | 中心性 | 关注领域                   |
|----|-----|-----|-----|------------------------|
| 1  | 赵春江 | 5   | 0   | 冬小麦、精准农业、可视化、变量施肥      |
| 2  | 张超  | 5   | 0   | 地理信息系统、GIS、数字农业、空间信息   |
| 3  | 刘海启 | 5   | 0   | 数字农业、遥感监测、产草量、MODIS 数据 |
| 4  | 温靖  | 5   | 0   | 实践探索、农业大数据、数字乡村、战略思考   |
| 5  | 郭黎  | 5   | 0   | 无                      |
| 6  | 曹宏鑫 | 4   | 0   | 冬小麦、生物量、模拟模型、形态结构      |
| 7  | 刘伟明 | 4   | 0   | 西兰花、种植密度、早收栽培、栽培技术     |
| 8  | 周立  | 4   | 0   | 数字城市、空间管治、3S 技术、地理信息系统 |
| 9  | 李莉  | 4   | 0   | 数字农业                   |
| 10 | 王小兵 | 4   | 0   | 数字乡村、农业农村信息化、信息化、乡村振兴  |

式,少数成员占据重要地位,发挥着举足轻重的作用。

2.3 主要研究机构分析

借助 CiteSpace 软件对所有数据进行计量分析,共纳入 351 家机构,得到主要研究机构的共现知识图谱(图 3)。由图 3 中可知,网络节点数量为 169,连线数量为 42,网络密度为 0.003,可以直观地看出机构之间的连线较少,机构之间的合作空间有待提升。

将数据导出表格中整理可以得到 2000—2022 年数字农业研究领域发文量前 10 的研究机构(表 2),其中排名前 5 发文量的有上海市农业科学院农业科技信息研究所(5 篇)、中国农业科学院农业信息研究所(5 篇)、中国科学技术发展战略研究院(5 篇)、中国社会科学院农村发展研究所(4 篇)、农业农村部信息中心(4 篇),占总发文量(551 篇)的 4.17%,前 10 的主要机构总发文量较低,且各机构的中心性均为 0,所以机构之间需要加强合作创新,突破地域的局限,高校之间需要加强横向合作,促进资源共享。

3 关键词共现与聚类分析

关键词是作者对文章内容的高度凝练和总结,探讨关键词的共现可以找到当前的热点,而聚类分析可以为后期的研究提供参考和方向<sup>[2]</sup>。通过选取时间切片(22 年)中出现频次前 10 的关键词绘制共现图谱(图 4),关键词的节点越大,说明它出现的频率越高。由图 4 可知,网络节点数量为 477,连线数量为 1 204,网络密度为 0.010 6,说明关键词之间存在联系,但不够紧密。

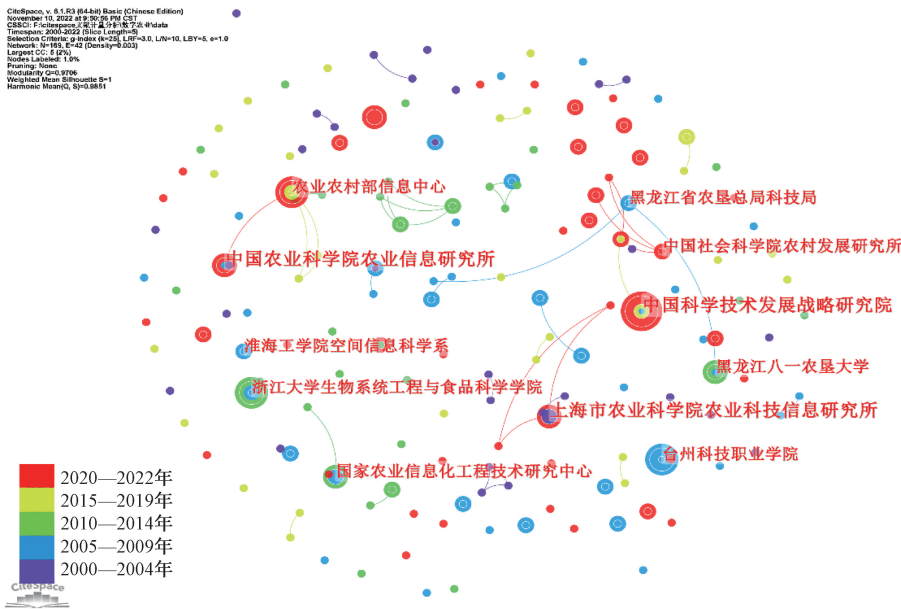


图 3 数字农业研究领域主要研究机构的共现知识图谱

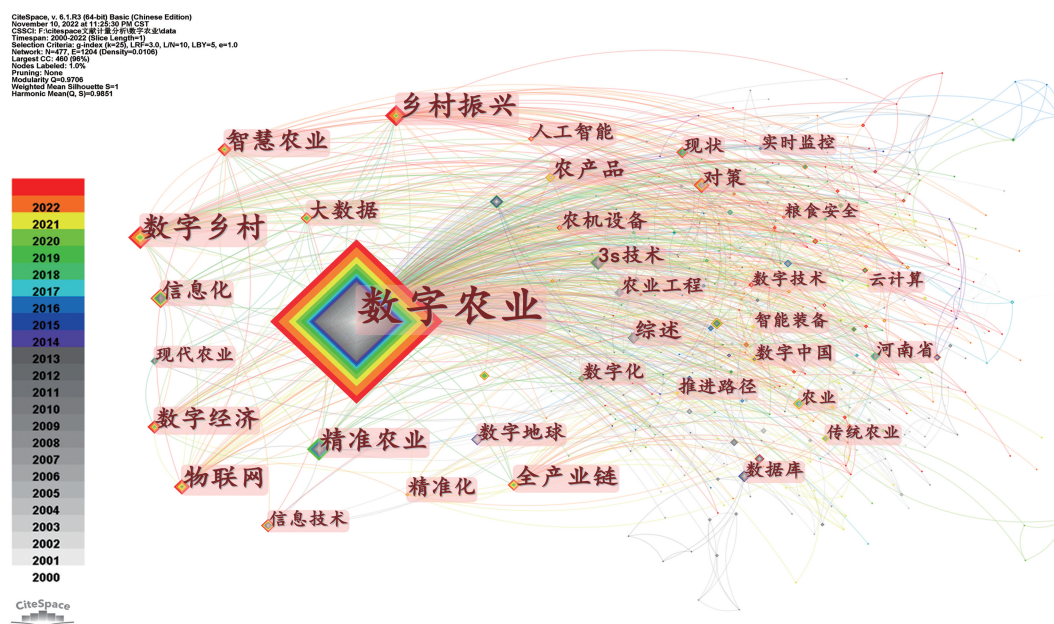


图4 关键词共现图谱

表2 2000—2022年数字农业研究领域发文量

前10的研究机构

| 序号 | 频次 | 中心性 | 年份   | 机构                |
|----|----|-----|------|-------------------|
| 1  | 5  | 0   | 2002 | 上海市农业科学院农业科技信息研究所 |
| 2  | 5  | 0   | 2007 | 中国农业科学院农业信息研究所    |
| 3  | 5  | 0   | 2009 | 中国科学技术发展战略研究院     |
| 4  | 4  | 0   | 2021 | 中国社会科学院农村发展研究所    |
| 5  | 4  | 0   | 2018 | 农业农村部信息中心         |
| 6  | 4  | 0   | 2005 | 台州科技职业学院          |
| 7  | 4  | 0   | 2005 | 国家农业信息化工程技术研究中心   |
| 8  | 4  | 0   | 2006 | 浙江大学生物系统工程与食品科学学院 |
| 9  | 4  | 0   | 2007 | 淮海工学院空间信息科学系      |
| 10 | 4  | 0   | 2009 | 黑龙江八一农垦大学         |

关键词共现图谱可以反映数字农业领域的热点,而中心性和频率能定量地反映关键词的影响力和研究热度。由表3可知,关键词频次排名前5的有数字农业(505)、乡村振兴(47)、数字乡村(38)、精准农业(19)、智慧农业(18),数字农业(1.8)具有一定的影响力。

在数字农业领域关键词共现网络的基础上,对关键词进行聚类分析,可以得到10个聚类结果,即数字农业、乡村振兴、发展现状、发展前景、精准农业、数据开放服务、人工智能、乡村治理、农业信息技术和数字地球等10类。如图5所示,Modularity  $Q=0.5607$ , Weighted Mean Silhouette  $S=0.9259$ ,可见聚类效果较好。将聚类归为以下几类。

1) 数字农业的概念( #0、#4、#9)。数字农业是

表3 2000—2022年数字农业研究领域频次

排名前10的关键词

| 序号 | 频次  | 中心性  | 关键词  |
|----|-----|------|------|
| 1  | 505 | 1.8  | 数字农业 |
| 2  | 47  | 0.01 | 乡村振兴 |
| 3  | 38  | 0.01 | 数字乡村 |
| 4  | 19  | 0    | 精准农业 |
| 5  | 18  | 0.01 | 智慧农业 |
| 6  | 16  | 0    | 数字经济 |
| 7  | 16  | 0    | 物联网  |
| 8  | 14  | 0    | 全产业链 |
| 9  | 13  | 0    | 3s技术 |
| 10 | 12  | 0    | 信息化  |

由“精准农业”等名词演化而来的,是数字地球技术与现代农业技术综合的农业<sup>[3]</sup>。简言之,就是利用现代信息技术,按照人们的需求,对农业的对象和过程进行信息化和可视化的监管、操作、处理等的农业<sup>[4]</sup>。数字农业的发展将会极大地提高农作物的产量和质量,减轻农民的种植强度和压力,但同时也需要农民具备相关专业知识的培训及乡村人才的输送,所以数字农业的实施和农民享受这一技术之间还存在努力的空间。

2) 数字农业发展的驱动因素( #1、#5、#6、#8)。数字农业的发展需要信息化技术作为支撑,信息化技术的发展也为数字农业的发展奠定了坚实基础。在乡村振兴战略的大背景下,实现农业农村现代化发展。农业农村现代化离不开互联网的支持,人工智能、数据开放服务和农业信息技术在不同程度地推动数字农业的发展。

3) 数字农业发展存在的问题( # 2、# 3、# 7)。

数字农业的发展现状存在一些有待解决的问题,如文化水平较低的农民如何使用数字农业技术、一些比较落后的山区网络技术不发达。对小农户来说,数字农业技术的使用成本比较高,但是随着乡村振兴的发展、农业农村现代化的推进,数字农业的发展指日可待。针对山区网络不发达的地区,将数字技术运用到乡村治理是非常必要的,农村的基础设施建设必须落实到村落,监管到位,确保每村每户都能享用网络。

## 4 数字农业发展趋势

关键词突现是指在特定时期内被引用频率较

高的关键词,根据其引用频率可以对该领域进行深入把握和追踪其发展的未来态势。利用 CiteSpace 软件,设置时间段为 2000—2022 年,选择名词短语和主题词选项,通过突现词探测技术,分析得到 2000—2022 年突现词分布情况(表 4)。由表 4 可知,2000—2022 年数字农业领域的研究进展可以分成两个阶段。

1)2000—2017年,数字农业领域出现了较高强度的突现词,其中包括数字地球、3S技术、综述、精准农业。说明在这个阶段的数字农业领域主要体现在技术等领域,主要从技术的设计、技术的运用和后期问题的解决等方面展开研究。

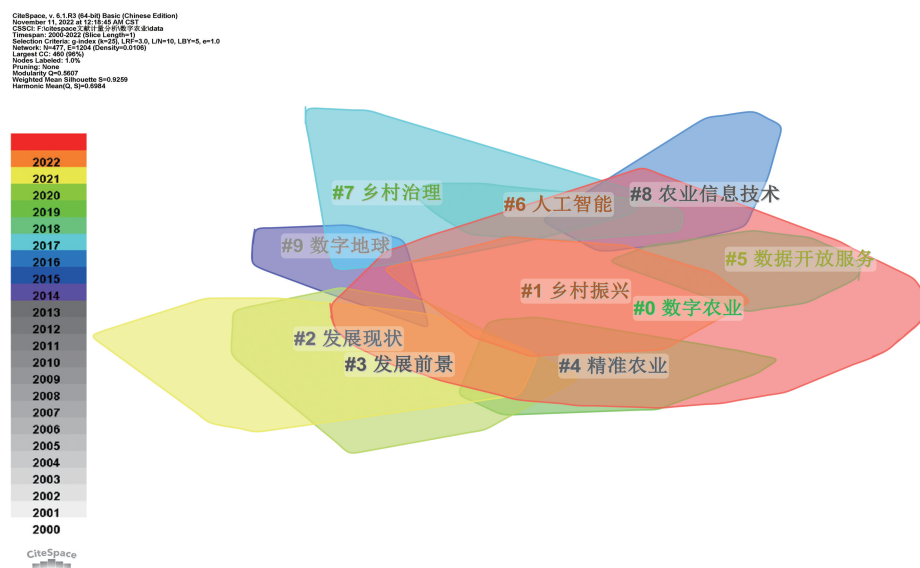
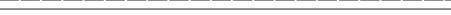


图 5 关键词聚类图谱

表 4 数字农业关键词突现

| 关键词   | 强度   | 开始时间   | 结束时间   | 2000—2022 年                                                                          |
|-------|------|--------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 数字地球  | 4.52 | 2000 年 | 2004 年 |  |
| 数据库   | 1.85 | 2001 年 | 2014 年 |  |
| 精确农业  | 1.67 | 2001 年 | 2005 年 |  |
| 3s 技术 | 4.21 | 2003 年 | 2009 年 |  |
| 综述    | 4.15 | 2003 年 | 2006 年 |  |
| 农业工程  | 3.4  | 2003 年 | 2007 年 |  |
| 农业模型  | 1.72 | 2003 年 | 2004 年 |  |
| 应用    | 1.91 | 2006 年 | 2011 年 |  |
| 信息分类  | 1.67 | 2007 年 | 2010 年 |  |
| 遥感    | 1.86 | 2008 年 | 2018 年 |  |
| 信息化   | 2.27 | 2009 年 | 2012 年 |  |
| 精准农业  | 4.68 | 2010 年 | 2019 年 |  |
| 智慧农业  | 2.57 | 2019 年 | 2022 年 |  |
| 物联网   | 2.2  | 2019 年 | 2022 年 |  |
| 数字经济  | 2.2  | 2019 年 | 2022 年 |  |
| 精准化   | 1.88 | 2020 年 | 2022 年 |  |

注:■代表出现年份;—代表没有出现的年份。

2)2018—2022年,智慧农业、物联网、数字经济是数字农业领域较高强度的突现词,这些词语都体现在互联网等现代化科技方面,针对互联网技术与现实需求相结合以及在原有技术基础上进一步研究现代农业技术。这三个关键词突现于2018年,在2022年仍处于较高的强度,说明在未来的一段时间甚至更长的时间里,关于数字农业的研究重点在互联网现代科技对农业发展的影响。

## 5 结论

CiteSpace 软件是一款可视化分析论文的软件,可以直观地分析作者、机构之间的合作关系,同时也可以通过关键词共现分析,进一步客观地了解数字农业领域的发展前沿、研究热点和发展趋势,从而为数字农业相关领域的发展提供有价值的参考。本文利用 CiteSpace 软件对中国知网(CNKI)数据库中关键词为“数字农业”的文献进行计量分析,分析内容主要针对2000—2022年的年发文量、核心作者及关键词等内容,探索数字农业领域的研究前沿、研究热点和发展趋势,得出以下结论。

### 5.1 关于数字农业发展的研究现状

数字农业领域的研究在近年来发展呈快速上升的走向;该领域内具有影响力的核心作者对其持续关注力度不强;研究机构多为高等院校,机构之间相对孤立,缺乏合作共享。

### 5.2 关于数字农业发展的研究趋势

数字农业是指利用先进的信息技术、互联网、大数据、人工智能等技术手段,对农业生产、管理、经营等环节进行数字化、智能化的发展方式。未来数字农业的研究方向主要包括以下几个方面。

1)农业大数据应用。通过采集、整合和分析农业生产、气象、土壤、市场等方面的大数据,为农业生产和经营决策提供科学依据,优化资源配置,提高农业生产效率和质量。

2)农业物联网技术。利用物联网技术,实现农业生产过程中的设备、传感器、控制器等智能化连接和信息传递,实现农田、畜牧、渔业等的远程监控、管理和自动化操作<sup>[5]</sup>。

3)智能农机与无人机应用。利用智能农机和无人机等技术,实现农田作业的自动化、精细化和高效化,包括自动驾驶农机、精准施肥、植保、农田勘测等应用。

4)农业生物技术。结合生物技术和数字化技术,推动农业生产方式的转型升级,包括基因编辑、遗传改良、生物育种等技术在农业中的应用,提高

农产品的品质和产量。

5)农业电商与数字营销。通过电商平台和数字营销手段,推动农产品的线上线下销售,拓展市场渠道,提高农产品的附加值和市场竞争力。

6)农业生态环境监测与保护。利用遥感、GIS等技术,监测农业生态环境的状况,提供农田污染、水资源利用、气候变化等方面的信息,推动农业生态环境的保护与管理。

7)农业信息安全与隐私保护。随着数字化农业的发展,农业信息安全和隐私保护将面临新的挑战,包括数据安全、网络安全、隐私保护等方面的研究和应对措施。

总的来说,未来数字化农业的研究方向将围绕着农业大数据应用、农业物联网技术、智能农机与无人机应用、农业生物技术、农业电商与数字营销、农业生态环境监测与保护,以及农业信息安全与隐私保护等方面展开。这些研究方向将促进数字化农业的发展,提高农业生产效率、优化资源配置、改善农产品质量,推动农业可持续发展。同时,还需要注重农业数字化技术的推广与普及,解决数字鸿沟问题,确保数字化农业普惠于广大农民和农业生产者,实现农村经济的可持续增长和农民收入的持续增加。

此外,还需要加强跨学科合作,整合农业、信息技术、工程、生态环境等多学科的研究力量,推动数字化农业的综合应用和创新发展<sup>[6]</sup>。同时,政府、企业、科研机构 and 农业生产者之间需要建立合作机制,促进科研成果转化为实际生产力,加速数字化农业技术的推广和应用。

综上所述,未来数字化农业的研究方向将以农业大数据应用、农业物联网技术、智能农机与无人机应用、农业生物技术、农业电商与数字营销、农业生态环境监测与保护,以及农业信息安全与隐私保护等方面为主,推动数字化农业的持续发展,助力农业农村现代化和可持续发展。

## 参考文献

- [1] 李芷萱,向云,陆倩.农业经济高质量发展领域研究进展、热点与展望——基于CiteSpace可视化分析[J].中国农化学报,2022,43(7):106-115.
- [2] 白玉,王耀东,徐素波.基于Cite Space的国内外环境规制研究综述与未来展望[J].大庆师范学院学报,2022(1):31-43.
- [3] 曹冰雪,李瑾,冯献,等.我国智慧农业的发展现状、路径与对策建议[J].农业现代化研究,2021(5):785-794.

- [4] 安晓明. 河南省数字农业高质量发展的现实问题与对策建议[J]. 河南工业大学学报(社会科学版), 2021(5): 1-8.
- [5] ROMERO G E, STEWART C. AI-driven validation of digital agriculture models[J]. *Sensors*, 2023, 23(3): 1187.
- [6] MACPHERSON J, VOGLHUBER SLAVINSKY A, OLBRISCH M, et al. Future agricultural systems and the role of digitalization for achieving sustainability goals: a review[J]. *Agronomy for Sustainable Development*, 2022, 42(4): 1-18.

## Research Hotspot and Trend Analysis of Digital Agriculture Based on CiteSpace

FANG Yanling

(College of Economics and Trade, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou 510225, China)

**Abstract:** In order to understand the research hotspot and future development trend of digital agriculture, taking the database of China National Knowledge Network (CNKI) as the data source, CiteSpace software was used to conduct a quantitative analysis of 551 literatures with the keyword “digital agriculture”. The analysis content mainly focused on the number of publications, core authors and keywords from 2000 to 2022. The results are as follows. Digital agricultural research output shows a rapid rising trend; the number of papers published by core authors in this field is small, and the influence of core institutions still needs to be improved and spread; smart agriculture, internet of things and digital economy are hotspots in this field. Therefore, future research needs to solve practical problems in agricultural development on the basis of the combination of “Internet” and agricultural development.

**Keywords:** digital agriculture; visualization; CiteSpace