

洪 帅,王天尊,符晓艺. 中国智慧农业研究演进脉络梳理及前沿趋势分析[J]. 江苏农业科学,2023,51(4):28-38.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2023.04.005

中国智慧农业研究演进脉络梳理及前沿趋势分析

洪 帅^{1,2},王天尊¹,符晓艺¹

(1. 河北经贸大学经济研究所,河北石家庄 050061; 2. 河北经贸大学京津冀协同发展河北省协同创新中心,河北石家庄 050061)

摘要:智慧农业作为当前全球现代农业发展的主要方向,已经成为世界各国研究的热点话题。为全面了解中国智慧农业研究的进展,基于文献计量学方法对中国知网(CNKI)中相关智慧农业文献进行梳理,围绕智慧农业自身发展、支撑发展和区域发展探究其演进脉络,对智慧农业研究省际分布、发文量分布、发文期刊分布、研究机构与作者相关情况作可视化分析。研究结果显示,国内对智慧农业的研究整体上处于上升趋势,北京是智慧农业研究的核心地区,发文量明显多于国内其他地区。智慧农业发展的支撑体系逐渐形成,研究重心与智慧农业发展的支撑领域相匹配,研究热度由偏微观的生产领域向偏宏观的国家战略对策方向转变。研究结论表明,未来突破关键核心技术、以智慧农业守护粮食安全、推动乡村振兴、满足生产决策需要、变革农业生产方式、推进现代农业发展,将是学界业界关注的重点方向。

关键词:智慧农业;CiteSpace;知识图谱;聚类分析

中图分类号:F49;F323 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2023)04-0028-11

随着物联网、大数据、人工智能等新兴信息技术的推广应用,我国也逐步开始关注和重视智慧农业的发展,要把建设智慧农业作为“十四五”时期以及面向 2035 年提高农业质量效益与竞争力的重要内容^[1]。2022 年中央一号文件提出大力推进智慧农业的发展,拓宽农业农村大数据的应用场景^[2]。相关重要文件的出台表明,未来推进智慧农业发展将是必然趋势。发展智慧农业对于我国农业生产方式转变、农业现代化进程加快以及农业强国目标实现都具有重要的理论价值和广泛的现实意义。当前,我国正处于社会主义新发展阶段,培育新动能、发展新经济是贯彻落实新发展理念的重要体现^[3]。因此,通过对我国智慧农业进行深入研究,梳理智慧农业发展脉络,理清智慧农业发展路径与需要解决的障碍,以期今后智慧农业健康发展提供一定的借鉴经验。

1 智慧农业文献回顾

我国智慧农业研究主要围绕智慧农业自身发展、支撑发展、区域发展等 3 个方面展开。

1.1 智慧农业自身发展研究

智慧农业赋予了农业智慧化、信息化、智能化、数字化、资本技术密集化的特质^[4],着重关注其基本目标、最终目标与产业形态,强调不同智慧系统与农业组织的黏性及可结合性的智慧性活动^[5],将新一代信息技术广泛运用于农业决策、生产、流通、交易等环节中,形成以数据科学、农业与商业知识、智能终端相互结合的现代农业产业形态^[6]。发展智慧农业对于农业生产的精细化智能管理与信息化管理、农业供应链信息联通、农业生产经营模式创新应用、农产品市场变化与消费者需求都有重大的意义^[7]。

由于我国农田地块规模小、耕地细碎化、农业机械化水平比较低、农业信息化基础设施薄弱、信息技术适用性不强和有效供给不足、复合型高素质农业专业技术人员缺乏等诸多问题普遍存在^[8],使得智慧农业自身发展面临城镇化进程中农业萎缩、从事智慧农业意愿不强、创新性农业商业模式匮乏、农业配套服务体系不健全、农业技术短板明显等矛盾和挑战^[9]。因此可通过划分农业产前、产中、产后智慧化阶段^[10],面向不同生产经营主体和

收稿日期:2022-08-15

基金项目:国家社会科学基金(编号:21BJL073);河北省社会科学基金(编号:HB21LJ005);河北省创新能力提升计划软科学研究专项(编号:22555308D)。

作者简介:洪 帅(1981—),男,黑龙江佳木斯人,博士,副研究员,硕士生导师,主要从事产业经济与区域经济、管理创新与可持续发展研究。E-mail:hs_lgqg@126.com。

通信作者:王天尊,硕士研究生,主要从事农业经济与资源环境研究。E-mail:862392440@qq.com。

不同产业主体,建立规划引导、平台集聚、利益共享、成本分担、协作创新、差异补贴等机制,以技术集成、人才培育、资金保障、引领示范推动智慧农业持续健康发展^[11]。

1.2 智慧农业支撑发展研究

对智慧农业发展起到重要支撑作用的研究主要体现在对智慧农业中人、机、料、环等方面的研究。

为应对涉农人才“离农”倾向、人技关系重构、伦理文化重塑等挑战,要求职业教育将宏观层面产教融合、中观层面资源整合、微观层面育训结合更好地服务于智慧农业发展实践^[12]。农户和承包商选择行为博弈关系对智慧农业发展尤为重要,承包商运营成本和设备购置成本、农户学习成本及政府补贴会影响各方博弈结果^[13]。

农业机械装备和新一代信息技术是现代农业转型升级的物质基础与硬件条件,而装备与信息技术协同将成为智慧农业发展的新趋势^[7]。推进三维空间内部署智慧农业传感器网络通信节点^[14],构建智慧农业信息传输网络,优化智慧农业物联网终端节点设计,实现对农业设备的接入^[15]。智慧农业装备信息化系统,提高了农业装备制造效率,增强了智慧农业竞争力^[16]。传统农业大棚生产管理效率低、环境监测和控制自动化低^[17],而智慧农业大棚通过测控系统及微型能源网优化调度实现远程实时监测、调节控制、生产效率提高及维持农村电网可靠性和稳定性^[18]。

传统粗放型灌溉难以充分利用自然降水,对作物生长产生不利影响,一定程度上会造成水资源浪费^[14]。智慧农业灌溉系统提高了灌溉作业智能化水平,节约了水资源^[15]。运用大数据理念、技术和方法,围绕智慧农业情景开发设计信息采集与数据分析处理的平台,解决对农业或涉农领域关于温度、湿度、光照度、CO₂ 含量等数据信息的采集、存储、计算与应用等一系列问题^[16]。

1.3 智慧农业区域发展研究

对智慧农业区域发展的研究主要表现为对国内相关省(市)智慧农业发展的经验总结以及对国外等发达国家或地区智慧农业发展的经验借鉴。

国内相关省(市)智慧农业发展研究的经验总结具有代表性,涉及经济发达省份、经济欠发达省份、农业省份、直辖市及县域等。山东作为经济发达省份,智慧农业发展呈现生产效率总体上升、空间差异明显的特征,在技术进步与生产效率之间呈

现出“倒 U 形”的库兹涅茨曲线关系^[17]。广西壮族自治区作为经济欠发达省份,农业发展总体上已经呈现显著的改善态势,但因可持续发展客观水平较低,一定程度上偏离了智慧农业的发展理念^[18]。黑龙江作为农业省份,发展智慧农业,将有利于减少氨氮排放量,节省对水资源和肥料的消耗,增加农村人均可支配收入,但因技术设备利用率低,使得用电量消耗较大,且智慧农业普及率有待提高^[19]。天津作为直辖市,智慧农业虽具备较好的基础条件,但农业规模化程度小、农村土地流转速度慢、农民综合职业素质低等现实问题,限制了智慧农业的进一步发展^[20]。通过对新疆察布查尔锡伯自治县涉农人员进行调查,发现从事与农业科技工作关联度高且文化水平高,普遍对智慧农业建设越支持^[21]。

国外智慧农业发展研究的借鉴经验主要源自美国、日本、欧盟等国家或地区。面对全球智慧农业经历的探索萌芽、起步发展、理论形成、数据驱动等阶段^[22],世界各国积极对智慧农业科技实施战略布局,推进新兴信息技术与农业生产、经营、加工、销售等各个环节的深度融合与集聚创新^[23]。美国智慧农业展现出智能化精准的特征,以规模化经营促进智能化农业系统完善功能,强化农村区域信息化建设^[22]。日本智慧农业呈现出集约化精耕的特点,建设集约型自动化农业产业链,强化地域特色,重视生物技术加职业教育^[24]。欧盟精准锚定内部差异,发展区域集群智慧农业,重视智慧农业技术差异性和适用性,加强推进信息基础设施建设,促进欧盟农户接轨智慧农业^[25]。其中,法国以工哺农,推进工业与农业深度融合,建设规模自动化智慧农业模式^[26]。

国内学者关于智慧农业的研究已经取得了大量成果。从研究内容上看,主要围绕智慧农业自身发展、支撑发展、区域发展 3 个维度展开,但鲜有运用文献计量学方法梳理和总结智慧农业相关文献。鉴于此,尝试探究中国智慧农业研究演进脉络与前沿趋势,以期更加全面地掌握智慧农业的研究动态,为未来智慧农业的持续健康发展提供可参考的依据。

2 研究方法与数据来源

2.1 研究方法

通过使用 CiteSpace 5.7. R3 版本,对当前中国

智慧农业研究文献中空间内在关联和规律进行挖掘,以可视化的方式展示中国智慧农业相关研究的进展,方便未来有关研究者准确理解和拓展研究。

2.2 数据来源与处理

以中国知网数据库作为数据源,检索“主题 = 智慧农业”的核心期刊、CSSCI、CSCD 等中文期刊文献。通过人工核验的方法手动剔除会议、论坛、工作纪实、特约评论、访谈和图书等,保证数据来源的科学性与有效性,共检索出 245 篇。通过 Refworks 格式保存检索到的文献信息,并使用 CiteSpace 软件实现格式转换。CNKI 导出日期为 2022 年 5 月 8 日,检索日期为 2022 年 5 月 8 日。使用 CiteSpace 5.7.R3 导入数据,设定时间间隔为 1 年。

3 智慧农业研究现状

3.1 中国智慧农业研究省际分布

在核心期刊、CSSCI、CSCD 等期刊上发表以“智慧农业”为主题的论文的省(市)共涉及 27 个,其中,北京市与其他各省(市)相比发文数量最多,约占全部文献的 23.4%;其次,是山东、江苏、河南等省份,分别约占全部文献的 9% 左右。在 CNKI 上发表核心期刊、CSSCI、CSCD 期刊论文数量排名前 5 位的省(市)依次是北京市、山东省、江苏省、河南省、广东省。由发文数量看,国内各省(市)在智慧农业研究方面存在重大差异(表 1)。北京市虽不是农业大省,但在智慧农业研究方面一枝独秀,位于全国省份研究第 1 梯队,发挥着服务于全国各省份的重要功能;山东省、江苏省、河南省等省位于研究第 2 梯队,同时也都是我国排名前 10 的农业大省。广东省、四川省、湖北省、吉林省、河北省、浙江省、辽宁省等省位于研究第 3 梯队,黑龙江省、上海市、山西省、陕西省、广西壮族自治区、重庆市等省份位于研究第 4 梯队,其他 10 个省份则位于研究第 5 梯队。黑龙江省、湖南省、广西壮族自治区等排名前 10 的传统农业大省却没进入智慧农业研究的前 3 梯队^[27],说明这些省虽有较为强大的农业基础,但对智慧农业的研究不足,在推动智慧农业发展过程中失了先手。

3.2 中国智慧农业研究时间序列发文量分布

中国智慧农业研究发文量总体上呈现上升趋势,说明对智慧农业的研究越来越深入,表示对其重视程度不断增强。CNKI 时间序列见图 1,可以看出我国智慧农业的研究始于 2011 年,到目前为止也

仅有 12 年。2011—2013 年,我国智慧农业研究处于起步阶段,研究增长量较少;2014—2016 年,处于缓慢增长阶段,研究量小幅增加;2017—2019 年,处于稳步增长阶段,研究量增长明显,但出现下降的趋势;2020—2022 年,处于爆发增长阶段,研究量大幅增加。

表 1 各省份核心期刊、CSSCI、CSCD 发文量

排名	梯队	省(市、自治区)	发文量 (篇)
1	1 梯队	北京市	65
2	2 梯队	山东省	27
3	2 梯队	江苏省	26
4	2 梯队	河南省	24
5	3 梯队	广东省	16
6	3 梯队	四川省	13
7	3 梯队	湖北省	12
7	3 梯队	吉林省	12
7	3 梯队	河北省	12
10	3 梯队	浙江省	10
10	3 梯队	辽宁省	10
12	4 梯队	黑龙江省	9
13	4 梯队	上海市	6
13	4 梯队	山西省	6
15	4 梯队	陕西省	5
16	4 梯队	广西壮族自治区	4
16	4 梯队	重庆市	4
17 个省份总计			261

3.3 中国智慧农业发文期刊分布

中国知网收录主题为智慧农业的期刊发文量排名前 12 位的多数为半月刊和旬刊,其中发文量最多的是《农业工程技术》,而核心期刊、CSSCI、CSCD 收录期刊发文量较多的是《农业经济》、《江苏农业科学》等,其中《农业工程学报》、《中国工程科学》、《中国农业资源与区划》、《农业现代化研究》等复合影响因子较高。通过对比智慧农业发文量前 12 位的普通期刊与核心期刊、CSSCI、CSCD(表 2),可以看出普刊发文量相对较多,而核心期刊、CSSCI、CSCD 发文量相对较少。随着我国国家层面对智慧农业的关注,核心期刊、CSSCI、CSCD 对智慧农业的重视程度将持续增强,发文量也将随之增加。

3.4 中国智慧农业研究机构情况分析

根据研究机构情况看,网络节点 183 个,连线 103 条,网络密度 0.006 2,说明国内机构关于智慧农业研究的合作并不算太少。最大子网络成员有节点 19 个,占比 10%(图 2)。从发文量看,全国排

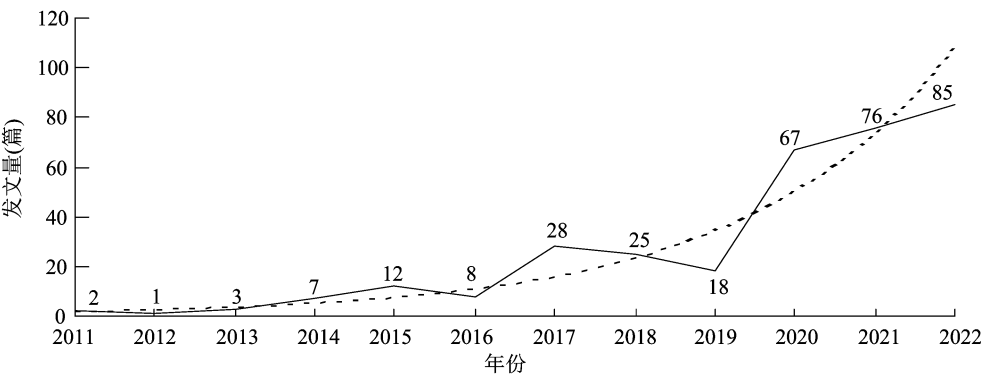


图1 CNKI 时间序列

表 2 智慧农业发文量前 12 位期刊

中国知网收录期刊			核心期刊、CSSCI、CSCD		
期刊名称	数量	占比(%)	期刊名称	数量	复合影响因子
农业工程技术	212	15.80	农业经济	27	1.737
智慧农业导刊	73	5.44	江苏农业科学	17	1.181
农机市场	72	5.37	农机化研究	13	1.134
农村经济与科技	62	4.62	中国农机化学报	8	1.739
农业机械	57	4.25	中国农业资源与区划	7	3.214
农机科技推广	56	4.17	中国农业科技导报	7	1.759
现代农业科技	53	3.95	中国工程科学	7	3.427
农业与技术	48	3.58	人民论坛	7	1.002
南方农机	45	3.35	农业工程学报	6	3.446
当代农机	45	3.35	吉林农业大学学报	6	1.536
乡村科技	44	3.28	中国果树	6	1.368
南方农业	41	3.06	农业现代化研究	6	3.149

名前 6 的研究机构分别是江苏大学农业工程学院、华中农业大学公共管理学院、武汉工程大学艺术设计学院、中国农业科学院农业经济与发展研究所、江苏大学国家水泵及系统工程技术研究中心、新疆农业大学经济管理学院,发文量均为 9 篇。

由图 2 可以看出,对智慧农业开展研究的机构遍布我国各省份,说明相关专家学者对智慧农业研究领域具有普遍兴趣。从字体节点的大小可以看出上述 6 个机构是这一研究领域发文量最多的。根据普莱斯定律 $M = 0.749 \sqrt{N_{\max}}$ (其中, N_{\max} 为高产机构的论文数量, M 为临界值,只有发文量大于 M 才能成为核心机构)^[28],计算得出核心机构的最低发文量为 3 篇,最终得到智慧农业研究领域核心机构共现情况(图 3)。

由图 3 可以看出,已经形成了以国家农业信息化工程技术研究中心、中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所、中国农业科学院农业资源与农业区划研究所、中国农业科学院农业信息研究所、

中国科学院地理科学与资源研究所等为核心的研究机构合作网络,这几个机构间的连线较粗且节点多,说明机构间的合作意识较为明显。从整体上看,核心机构合作网络虽已初具规模,但其他机构间的合作意识较为淡薄,未来合作还有上升空间。

3.5 中国智慧农业研究作者情况分析

根据作者合作情况看,网络节点 211 个,连线 182 条,网络密度 0.008 2,说明国内学者关于智慧农业研究的合作具备一定程度规模。最大子网络成员有节点 7 个,占比 3%(图 4)。关于智慧农业主题发文量全国排名前 6 的作者分别是付辉(12 篇)、刘进思(12 篇)、余国新(12 篇)、吕海洋(11 篇)、姜庆志(9 篇)、李优柱(8 篇)等学者,首篇发表时间均为 2011 年,当前已成为智慧农业领域研究的中坚力量。

由图 4 可以看出,对智慧农业开展研究的学者人数众多。图中字体越大,发文量则越多。作者间的连线越粗,说明存在的合作关系更密切。根据普莱斯定律^[28],计算得到核心作者最低发文量应为 3

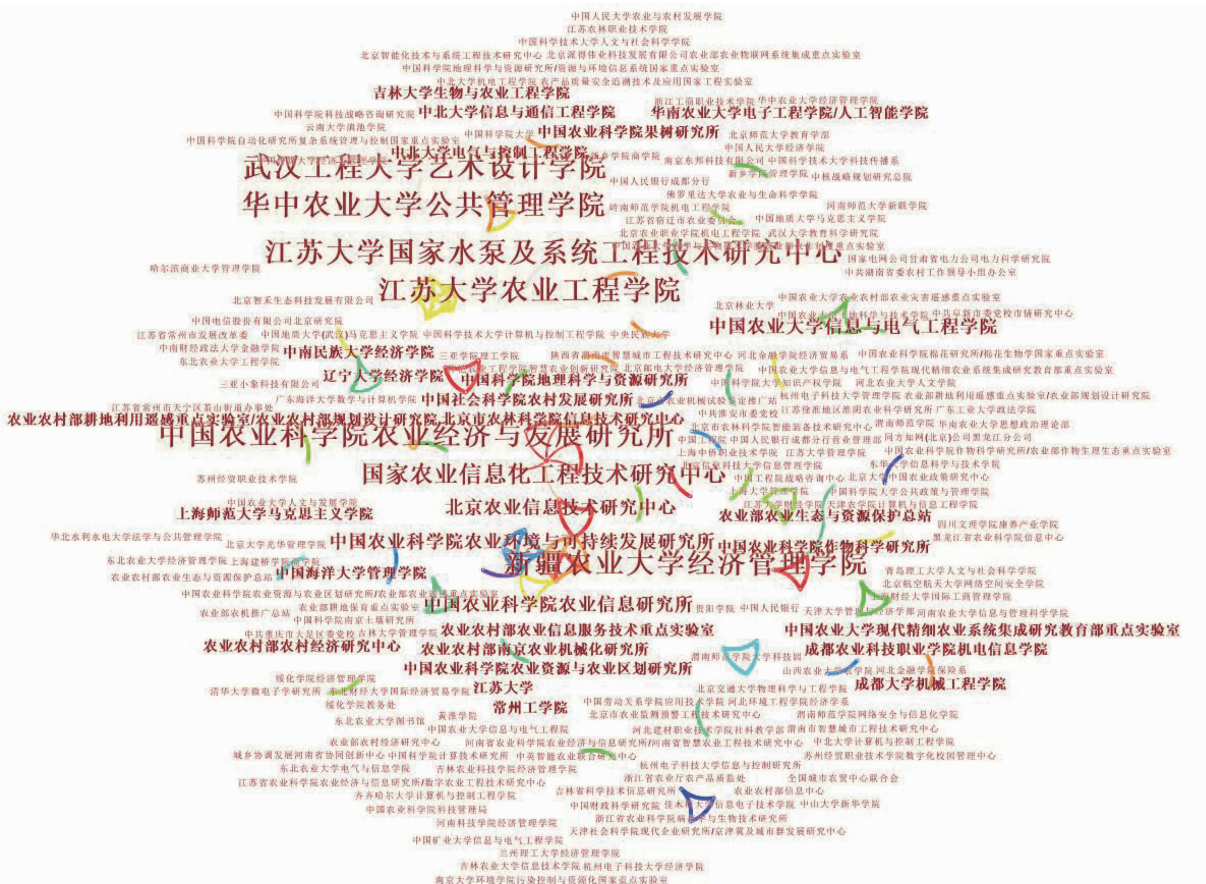


图2 智慧农业研究领域机构共现分析

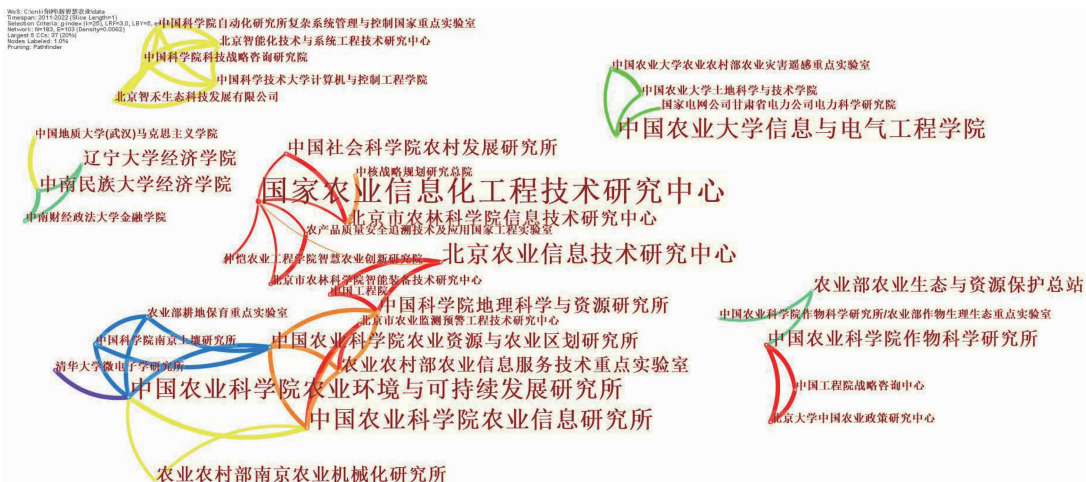


图3 智慧农业研究领域核心机构共现分析

篇,由此得到智慧农业研究领域核心作者共现情况(图5)。

从图5可以看出,智慧农业研究领域核心作者合作之间形成了诸多合作团体。整体看有6个合作团体呈现星状或点状分布,其中以付辉、刘进思为中心的科研团队发文量最多,合作关系程度最密切;

以冯献、赵春江为中心的科研团队次之;而其他合作团体规模较小、发文数量与合作关系都较为有限。未来关于智慧农业研究的合作意识还需进一步加强,只有更多的学者深度合作,才能维系稳定的科研团队深入到智慧农业的研究当中,才会在后续关于智慧农业研究中碰撞出更加热烈的思想火花。



图4 智慧农业研究领域作者共现分析

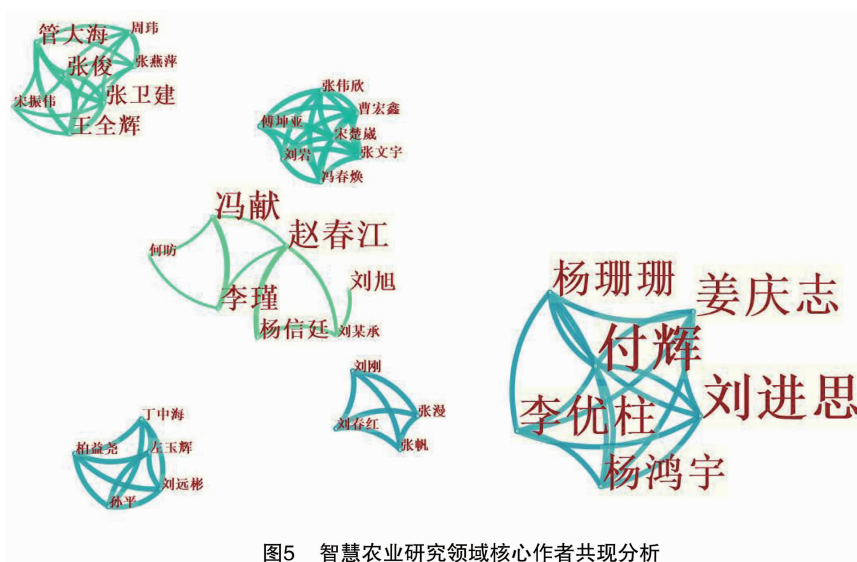


图5 智慧农业研究领域核心作者共现分析

4 智慧农业研究热点与前沿分析

4.1 关键词共现网络研究热点

关键词是学者共同关注特定学术领域的研究

主题,其共现网络分析可以更加直观地反映这一领域的研究热点^[29]。一般来说,关键词的词频与研究热度成正比,关键词词频出现的频率越高,则说明其研究热度越高^[30]。通过对 2011 年以来智慧农业

相关文献关键词进行共现聚类网络分析,识别智慧农业领域相关热点。智慧农业研究关键词共现知识图谱(图6)共得到245个关键词节点以及374条关键词连线,网络密度0.0125。十字形节点为关键



图6 智慧农业研究关键词共现

智慧农业研究关键词聚类见图7,共现关键词245个,其中,以 Q 值度量聚类网络的稳定度,其值为 $0.322 > 0.3$;以 S 值度量聚类网络的清晰度,其

词,节点越大表示频次越高^[31]。由此可见,智慧农业、乡村振兴、物联网、农业机械化、数字乡村、互联网+等关键词节点最大,说明这些关键词是当前我国智慧农业领域的研究热点。

值为 0.865 3 > 0.5, 说明聚类结构稳定且令人信服^[32]。

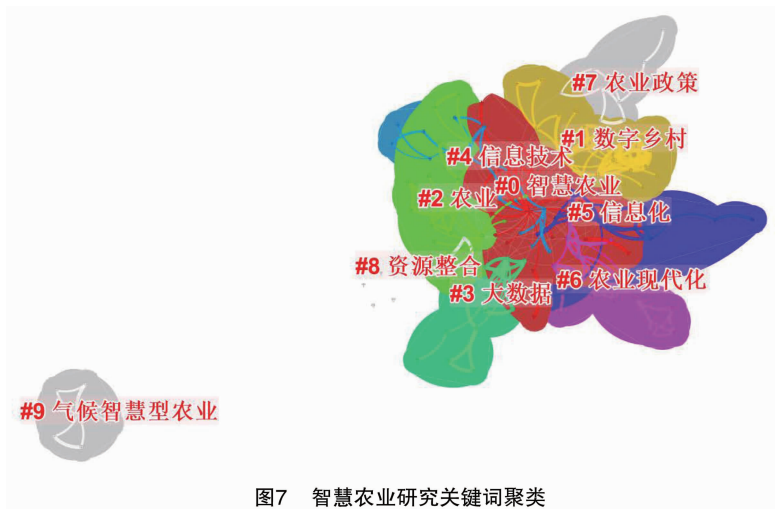


图7 智慧农业研究关键词聚类

智慧农业、乡村振兴、物联网、农业机械化、数字乡村、互联网+、大数据、农业现代化、信息化等关键词频率最高,其中介中心性见表3,这从侧面验证了图谱的真实性。

由图 6 转换成国内智慧农业研究聚类共现时序图(图 8)。2011—2022 年国内智慧农业研究聚类共现时序图分为 25 个共被引集群,以智慧农业为核

心向数字乡村、农业、大数据、信息技术、信息化、农业现代化等多方向发散。其中,最重要的聚类标签#0 智慧农业从早期关注农业机械化、丘陵山区等转变为现在关注全程机械化、农业碳汇、生态农业、低碳农业、物联网技术等。聚类标签#1 数字乡村从早期关注乡村振兴等转变为现在关注供应链、农业经济、农业碳排放等。

表 3 智慧农业研究核心关键词

关键词	共现频次	中介中心性	首篇发表年份
智慧农业	144	0.73	2011
乡村振兴	29	0.17	2011
物联网	17	0.15	2013
农业机械化	16	0.03	2011
数字乡村	16	0.03	2011
互联网 +	13	0.09	2015
大数据	10	0.14	2013
农业现代化	10	0.12	2014
信息化	7	0.09	2015

随着时间推移,智慧农业研究焦点在时间轴上呈现高频关键词的演化,相应关键词的节点越大,

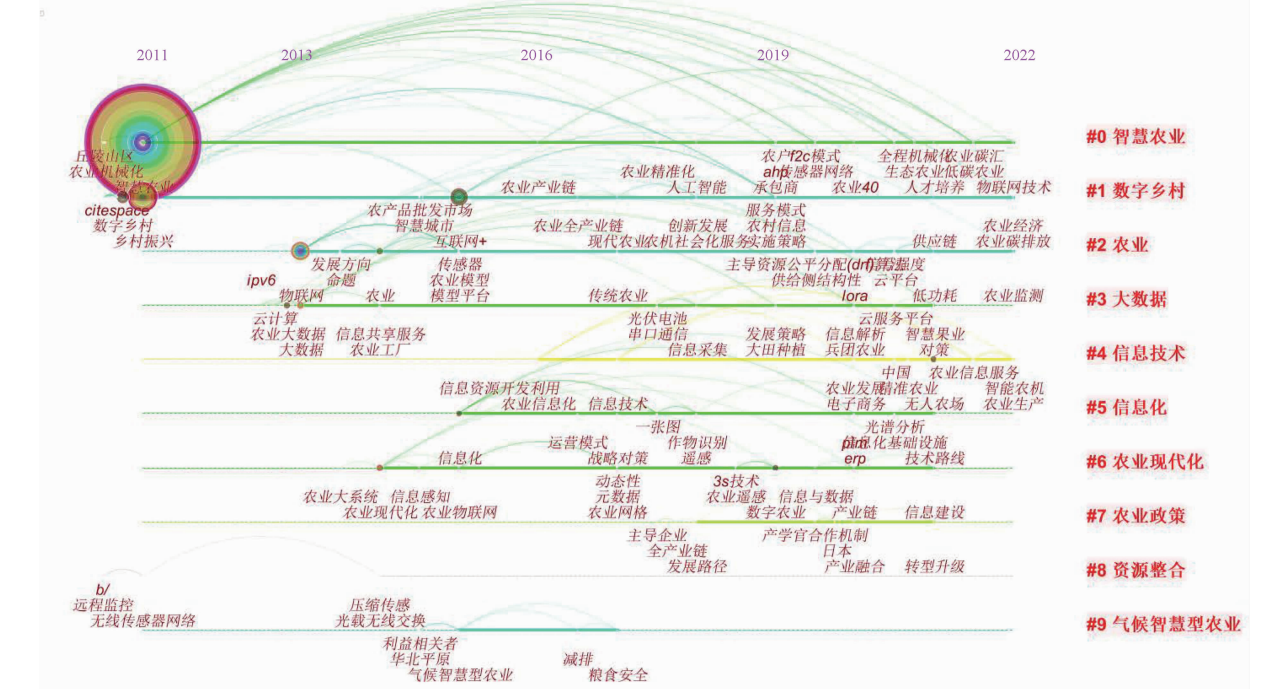


图8 智慧农业研究聚类共现时序

从突现强度来看,战略对策(3.33)、用工成本(3.21)、热点分析(3.21)、话域主题(3.21)等关键词的突现强度都维持在3.2~3.3之间,其中,用工成本、热点分析、话域主题起止时间为2011—2013年,战略对策起止时间为2017—2018年,说明在相对应的时间段内这几个关键词具有较高的研究热度。研究热度由偏微观的生产领域向偏宏观的国家战略对策方向转变,也充分说明对智慧农业的研究是随着认识程度的变化而逐渐深刻。

从突现时间跨度看,突现时间跨越最长的关键

频次就越高,可以清楚地看到围绕智慧农业研究的关键词发展脉络、演化路径与研究方向变化趋势的全貌。直观智慧农业研究不同年份的研究热点,益于准确理解与科学预测智慧农业研究的未来动态与趋势(图9)。

4.2 突现分析方法研究前沿

一般来说,通过突现强度直观反映一定时间段内更为活跃的关键词或者被引文献^[33],确定特定学术领域中某一主题研究中的重要文献经及关键节点信息,据此了解此特定学术领域中关键词未来变动的趋势^[34]。智慧农业研究关键词突现图见图10,通过软件计算,生成了自2011年以来16个关键词热词,总体来看与智慧农业共现和时序图结果基本相吻合,客观验证了结果的可靠性。

词分别是土地流转、宜机化、建设特征、成本收益、农机农艺等,时间跨度均为2011—2016年。说明这一时期对智慧农业的理解和认识不断清晰,围绕土地、机器、技艺、建设、经营等诸多领域开展研究,研究重心与智慧农业发展的支撑领域相匹配,也充分说明对智慧农业的研究更加具象,促进智慧农业发展的支撑体系逐渐形成。

从突现分布来看,大致可分为3个阶段。整体来看与智慧农业文献变化趋势基本相一致,也验证了智慧农业发展阶段划分的准确性。第1阶段

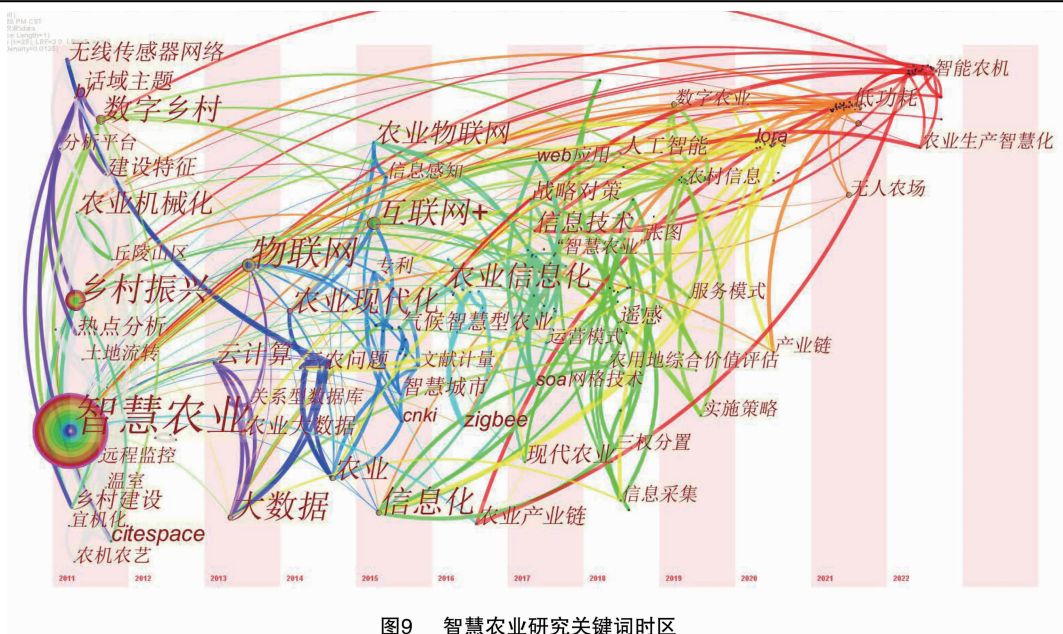


图9 智慧农业研究关键词时区



图10 智慧农业研究关键词突现图

(2011—2013 年),智慧农业发展初期,对智慧农业仍属探索阶段,仅关注生产领域,对智慧农业的理解和认识还不全面。第 2 阶段(2014—2016 年),智慧农业发展中期,由仅关注生产领域向关注土地、机器、技艺、建设、经营等诸多领域转变,促进智慧农业发展支撑体系逐渐形成。第 3 阶段(2017—2022 年),智慧农业高速发展期,关注信息化技术在智慧农业发展过程中的运用,表现为物联网、互联网+、大数据的应用与推广。值得注意的是智慧农业发展 3 个阶段并不是没有重叠,在第 2 阶段末期,

物联网就已经被关注,这也为第3阶段的发展奠定了坚实的基础。

5 智慧农业研究热点与前沿趋势

5.1 国家宏观战略层面

5.1.1 粮食安全重要保障 当前,世界各国粮食安全都面临着严峻挑战。对于我国而言,粮食安全是国之大事、民生根本,应提升农机装备研发应用水平,加快高端智能机械研发制造^[35]。随着新一代信息技术越来越多地应用到农业领域中,水肥一体

化、饲喂自动化、环境控制智能化不断推进^[36],智慧农业正发挥着为粮食安全保驾护航的重要作用。

5.1.2 乡村振兴关键过程 智慧农业是确保实现乡村振兴战略总目标及农业农村现代化不可逾越的关键过程。智慧农业对于应对农业生产、产品销售、生产方式转变、劳动力短缺等一系列问题都大有裨益。2022 年中央一号文件指出要推动乡村振兴取得新进展^[37],依靠智慧农业更好更快地推进我国乡村振兴战略实施和农业农村现代化建设有广阔天地。

5.1.3 生产决策现实需要 国家为推进智慧农业落地,提出了从 2019 年技术攻关,到 2020 年产品研发,再到 2021 年集成应用和 2022 年引领农业,直到 2025 年培育产业的智慧农业未来发展愿景^[38]。随着系统数据处理分析、智能决策能力的进一步提升,符合我国农业发展现实需要的智慧农业生产场景将越来越震撼。

5.2 产业微观发展层面

5.2.1 现代农业发展必然趋势 智慧农业实现了农业发展各环节、全过程的智能化管理^[39]。无论是信息技术的全面综合应用,还是农业自身发展的现实需要,以促进和实现智慧农业整体战略目标为己任将是现代农业发展的必然趋势。

5.2.2 农业生产方式深刻变革 智慧农业是数字技术与农业的深度融合,将农业生物技术、信息技术和智能化装备组合在一起,改变了过去面朝黄土背朝天的常态,破解了“谁来种田”和“怎样种田”的难题,助推全新农业生产方式的深刻变革^[40]。

5.2.3 关键核心技术广泛应用 “十四五”期间,科技部将加快推进关键核心技术攻关,深入强化智慧农业交流合作,推动智慧农业发展迈向新台阶^[41]。通过对智慧农业关键核心技术的广泛应用,引领我国现代农业跨越式发展。

6 结论与展望

6.1 结论

6.1.1 从我国智慧农业研究整体脉络看 北京是智慧农业研究的核心地区,发文量明显多于国内其他地区。按照时间序列看,国内对智慧农业的研究整体呈现上升趋势。《农业工程技术》位居国内期刊发表智慧农业主题数量之首,《农业经济》则是核心期刊、CSSCI、CSCD 中发文量最多的。国家农业信息化工程技术研究中心合作网络排在首位,而以

江苏大学农业工程学院核心的研究团队发文量排在首位。国内学者付辉、刘进思、余国新关于智慧农业主题发文量排名前列,付辉、刘进思为中心的科研团队合作关系程度最密切。

6.1.2 从关键词聚类 and 共现分析来看 受地域、所处发展阶段差异影响,我国各地在智慧农业研究热点领域中既有共识也存在一定的差异。国内智慧农业研究关键词共现涉及 25 个共被引集群,以智慧农业为核心向数字乡村、农业、大数据、信息技术、信息化、农业现代化等多方向发散。通过广泛应用关键核心技术,推动农业生产方式深刻变革,以智慧农业推进现代农业发展是当前国内研究的热点。以智慧农业守护粮食安全、推动乡村振兴、满足生产决策需要,成为学界关注的重点方向。

6.1.3 从关键词突现分析来看 智慧农业整体发展与文献变化趋势基本相一致,大致可分为发展初期、发展中期、高速发展期 3 个阶段。从突现强度来看,研究热度由偏微观的生产领域向偏宏观的国家战略对策方向转变。从突现时间跨度看,研究重心与智慧农业发展的支撑领域相匹配,智慧农业发展的支撑体系逐渐形成。

6.2 展望

当前,我国正处于第 2 个百年奋斗目标的新起点。大力发展智慧农业,将为农业转型升级提供强劲动力,对提升我国农业农村现代化水平、全面推进乡村振兴建设有着非凡的意义。智慧农业并非一蹴而就,它是一个完整的、动态的、系统的复杂工程,需要一定量的时间经过周密培育才能茁壮成长最终实现成熟。然而我国智慧农业发展仍处于初步探索阶段,农村地区信息化基础薄弱、人才储备不足等问题仍较为突出。因此,需借助新兴技术来为智慧农业培育新动能,奠定新基础,开拓新渠道^[42],不断升级改造农机装备、培养农业技术技能人才、优化延伸农业产业链条,促进农业发展向更加信息化、智能化、全面化方向转型升级^[40]。与此同时,还要加大补贴优惠力度,减免农村地区相关网络传输费用,进一步在政策、资金、人才和技术等方面加强对智慧农业发展的倾斜力度。

参考文献:

- [1] 崔宁波. 智慧农业赋能乡村振兴的意义、挑战与实现路径[J]. 人民论坛, 2022(5): 26-28.
- [2] 李灯华, 许世卫. 农业农村新型基础设施建设现状研究及展望[J]. 中国科技论坛, 2022(2): 170-177.

- [3] 谢伏瞻, 马建堂, 洪银兴, 等. 中国共产党与中国特色社会主义政治经济学——庆祝中国共产党成立一百周年笔谈[J]. 经济研究, 2021, 56(6): 4-39.
- [4] 王 丹, 刘祖云. 乡村“技术赋能”: 内涵、动力及其边界[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2020(3): 138-148, 175.
- [5] 刘宏宣, 张基建, 张 茜. 我国“智慧农业”研究态势与发展展望[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2019(10): 6-11, 175.
- [6] 生吉萍, 莫际仙, 于滨铜, 等. 区块链技术何以赋能农业协同创新发展: 功能特征、增效机理与管理机制[J]. 中国农村经济, 2021(12): 22-43.
- [7] 韩佳伟, 朱文颖, 张 博, 等. 装备与信息协同促进现代智慧农业发展研究[J]. 中国工程科学, 2022, 24(1): 55-63.
- [8] 赵春江. 智慧农业的发展现状与未来展望[J]. 华南农业大学学报, 2021, 42(6): 1-7.
- [9] 叶兴庆. 迈向 2035 年的中国乡村: 愿景、挑战与策略[J]. 管理世界, 2021, 37(4): 98-112.
- [10] 姜长云. 论农业生产托管服务发展的四大关系[J]. 农业经济问题, 2020, 41(9): 55-63.
- [11] 于法稳. 基于绿色发展理念的智慧农业实现路径[J]. 人民论坛·学术前沿, 2020(24): 79-89.
- [12] 金建东, 何杨勇, 张西华. 职业教育服务我国智慧农业发展的机遇、挑战与实践[J]. 教育与职业, 2022(6): 5-12.
- [13] 任宗伟, 刘传庆. 农户和承包商对“智慧农业”模式选择行为的演化博弈分析[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2019(10): 15-20.
- [14] 鲁旭涛, 张丽娜, 刘 昊, 等. 智慧农业水田作物网络化精准灌溉系统设计[J]. 农业工程学报, 2021, 37(17): 71-81.
- [15] 万雪芬, 郑 涛, 崔 剑, 等. 中小型规模智慧农业物联网终端节点设计[J]. 农业工程学报, 2020, 36(13): 306-314.
- [16] 马洪涛, 赵逸霄, 童一飞. 面向智能制造的智慧农业装备信息化系统[J]. 中国农机化学报, 2020, 41(11): 171-177.
- [17] 赵荣阳, 王 斌, 姜重然, 等. 基于物联网的农业大棚生产环境监控系统设计[J]. 农机化研究, 2021, 43(11): 131-137.
- [18] 付学谦, 周亚中, 孙宏斌, 等. 园区农业能源互联网: 概念、特征与应用价值[J]. 农业工程学报, 2020, 36(12): 152-161.
- [15] 罗锡文, 廖 娟, 臧 英, 等. 我国农业生产的发展方向: 从机械化到智慧化[J]. 中国工程科学, 2022, 24(1): 46-54.
- [16] 刘长悦, 张远芳, 王海亮, 等. 基于 Resin 系统的温室植物生长环境数据采集分析平台建设[J]. 天津农业科学, 2017, 23(8): 67-71.
- [17] 贾舒涵, 梁耀文, 赵顺宏, 等. 山东省智慧农业生产效率空间格局及影响因素分析[J]. 山东农业科学, 2021, 53(8): 143-150.
- [18] 耿鹏鹏, 杜文忠. 基于“智慧”过程模型的广西智慧农业发展状态测度分析[J]. 科技管理研究, 2020, 40(19): 94-102.
- [19] 张滨卞, 卞兴超. 基于 AHP 的黑龙江省智慧农业综合效益评估[J]. 中国农业资源与区划, 2019, 40(2): 109-115.
- [20] 许爱萍. 天津智慧农业发展中的主要问题与解决路径[J]. 世界农业, 2017(3): 198-203.
- [21] 吴娜琳, 张 娣, 李二玲, 等. 涉农人员对智慧农业建设的支持意愿及影响因素研究——以新疆察布查尔锡伯自治县为例[J]. 农业现代化研究, 2018, 39(5): 845-854.
- [22] 陈媛媛, 游 炯, 幸泽峰, 等. 世界主要国家精准农业发展概况及对中国的发展建议[J]. 农业工程学报, 2021, 37(11): 315-324.
- [23] 冯 献, 李 瑾, 崔 凯. 中外智慧农业的历史演进与政策动向比较分析[J]. 科技管理研究, 2022, 42(5): 28-36.
- [24] 钱静斐, 陈猷分. 典型发达国家农业信息化建设对我国农业“新基建”的启示[J]. 科技管理研究, 2021, 41(23): 174-180.
- [25] 袁祥州, 黄恩临. 欧盟智慧农业发展经验及其借鉴[J]. 世界农业, 2022(5): 27-36.
- [26] 蒋璐闻, 梅 燕. 典型发达国家智慧农业发展模式对我国的启示[J]. 经济体制改革, 2018(5): 158-164.
- [27] 王 健, 胡美玲. 农村投资、农业生产率对农民收入影响的实证检验[J]. 统计与决策, 2019, 35(17): 100-104.
- [28] 张春博, 丁 堃, 曲 昭, 等. 基于文献计量的我国创新驱动研究述评[J]. 科技进步与对策, 2015, 32(9): 152-160.
- [29] 李 纲, 巴志超. 共词分析过程中的若干问题研究[J]. 中国图书馆学报, 2017, 43(4): 93-113.
- [30] 张 毅, 刘树奎. 大数据背景下我国智慧医疗行业研究热点领域挖掘——基于 CNKI 题录数据分析[J]. 中国社会医学杂志, 2021, 38(2): 135-138.
- [31] 张 玲. 基于 CiteSpace 的档案学研究全景透视: 以 CSSCI 数据库(1998—2018)论文为例[J]. 重庆科技学院学报(社会科学版), 2020(6): 69-75.
- [32] 童 磊, 严靖舒. 农业保险研究演进脉络梳理及前沿趋势探析——基于文献计量学的可视化分析[J]. 中国软科学, 2022(3): 67-77.
- [33] 周 建, 刘炎宝, 刘佳佳. 情感分析研究的知识结构及热点前沿探析[J]. 情报学报, 2020, 39(1): 111-124.
- [34] 梁 丽, 谢凤杰, 池丽旭, 等. 特定学科热点和前沿主题研究方法实证分析[J]. 图书馆杂志, 2018, 37(1): 19-26, 32.
- [35] 李 周, 温铁军, 魏后凯, 等. 加快推进农业农村现代化: “三农”专家深度解读中共中央一号文件精神[J]. 中国农村经济, 2021(4): 2-20.
- [36] 申 格, 吴文斌, 史 云, 等. 我国智慧农业研究和应用最新进展分析[J]. 中国农业信息, 2018, 30(2): 1-14.
- [37] 杨伊静. 推动乡村振兴取得新进展、农业农村现代化迈出新步伐《中共中央 国务院关于全面推进乡村振兴重点工作的意见》解读[J]. 中国科技产业, 2022(3): 32-34.
- [38] 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, 42(5): 785-794.
- [39] 许宪春, 王 洋. 大数据在企业生产经营中的应用[J]. 改革, 2021(1): 18-35.
- [40] 李 瑾, 马 晨, 赵春江, 等. “互联网+”现代农业的战略路径与对策建议[J]. 中国工程科学, 2020, 22(4): 50-57.
- [41] 黄守宏. 加快构建新发展格局 推动“十四五”时期高质量发展[J]. 行政管理改革, 2021(5): 4-15.
- [42] 史 良, 曾 立, 孟斌斌, 等. 新兴领域知识、技术、产业军民融合发展机理研究[J]. 公共管理学报, 2020, 17(1): 121-131, 174.