

“粮食产业链数字化和创新技术研究” 特约专栏文章之五

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2025.03.005

王笑丛, 郭伟群, 李腾飞, 等. 粮食产业链数字化技术应用调查研究[J]. 粮油食品科技, 2025, 33(3): 68-73.

WANG X C, GUO W Q, LI T F, et al. Research on the application of digitalization in grain supply chain[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2025, 33(3): 68-73.

粮食产业链数字化技术应用调查研究

王笑丛, 郭伟群, 李腾飞✉, 陈文雅, 张 涛, 孙 辉

(国家粮食和物资储备局科学研究院, 北京 100037)

摘 要: 粮食产业链数字化在保障粮食安全、提升产业效率等方面发挥着重要作用, 对加快推进粮食产业高质量具有现实意义。通过对涉粮政府部门、流通企业、科研和检测机构进行调查, 结果显示, 数字化技术已较广泛地应用于粮食产业链各环节, 但各环节的应用深度存在明显差异; 数字化技术设备以国内品牌为主, 设备价值较高; 数字化技术可有效促进粮食质量安全和品质提升, 且在提高管理水平、经济效益、社会效益方面存在明显的管理效能; 当前粮食产业链数字化技术面临政策、技术和投入等供给不足问题, 建议对数字基础设施建设、资金税收、示范试点建设和人才培养等方面积极给予政策支持。

关键词: 粮食产业链; 数字化转型; 粮食安全; 高质量发展

中图分类号: TS210; F320.11 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-7561(2025)03-0068-06

网络首发时间: 2025-04-29 10:38:43

网络首发地址: <https://link.cnki.net/urlid/11.3863.TS.20250428.1706.004>

Research on the Application of Digitalization in Grain Supply Chain

WANG Xiao-cong, GUO Wei-qun, LI Teng-fei✉, CHEN Wen-ya, ZHANG Tao, SUN Hui
(Academy of National Food and Strategic Reserve Administration, Beijing 100037, China)

Abstract: The digitalization of the grain industry chain plays a significant role in ensuring food security, improving industrial efficiency, and advancing the high-quality development of the grain industry. Survey results from government departments, circulation enterprises, research institutions, and testing organizations indicate that digitalization technologies have been widely applied across various links of the grain industry chain, though the depth of application varies significantly among different links. Digitalization technology equipment primarily consists of domestic brands, with relatively high equipment values. Digitalization technologies can effectively promote grain quality safety and improvement, and demonstrate notable management effectiveness in enhancing management levels, economic benefits, and social benefits. Currently,

收稿日期: 2025-02-05; 修回日期: 2025-03-06; 录用日期: 2025-03-07

基金项目: 亚洲区域合作资金项目“ASEAN 粮食产业链数字化和创新技术应用研究与经验交流”(102164220070000009017)

Supported by: Asian Regional Cooperation Fund “Digitalization and Innovation of Food Supply Chain in ASEAN Region Sharing Best Practices and Applications” (No. 102164220070000009017)

第一作者: 王笑丛, 女, 1989 年出生, 博士, 助理研究员, 研究方向为粮食安全保障战略与产业经济, E-mail: wxc@ags.ac.cn

通信作者: 李腾飞, 男, 1984 年出生, 博士, 研究员, 研究方向为粮食产业技术经济, E-mail: ltf@ags.ac.cn

本专栏背景及通信作者介绍详见 PC6-12。

the digitalization of the grain industry chain faces issues such as insufficient supply in terms of policies, technologies, and investments. It is recommended to provide active policy support in areas such as digital infrastructure construction, financial taxation, pilot demonstrations, and talent cultivation.

Key words: grain supply chain; digital transformation; food security; high-quality development

随着数字化时代的到来,数字化技术已经成为推动产业转型和企业发展的的重要手段。《数字中国建设整体布局规划》明确提出,要以数字化驱动生产生活和治理方式变革,为以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴注入强大动力。党的十八大以来,党中央强调通过藏粮于技保障国家粮食安全。作为重要的前沿技术,数字化技术应用对保障粮食数量和质量安全、推动粮食产业转型实现高质量发展具有重要意义。

当前,数字化技术及其创新应用已渗透到了粮食产业链的生产、加工、分销等各个环节,为提升粮食产业链的韧性、保障粮食安全水平方面注入了全新动能。孟文迪^[1]指出,数字技术是提高粮食生产效率和质量、提升粮食储存与运输的安全性、优化粮食市场监管与管理的有效手段。刘婷^[2]认为数字技术与粮食全产业链的深入融合,能够增强粮食全产业链韧性,提升全要素生产效率,增加产业附加值。钱昭英和魏基超^[3]指出,数字化能够有效提升我国粮食主产区的粮食产业韧性。

综上所述,现有研究已经阐述了粮食产业链数字化技术应用的重要性,但从产业链视角分环节探讨数字化技术应用效果的研究较少,难以构建靶向精准、切实可行的政策体系来推动粮食产业链数字化技术的广泛应用。为此,本文从产业链视角,分环节探讨数字化技术在粮食产业链中的应用情况,分析实践中粮食产业链数字化技术应用面临的现实问题和挑战,以期能够对数字化技术赋能粮食产业高质量发展的内在机制形成更加科学的理论和实践认知,为推动数字化转型和提升粮食安全抗风险能力提供参考。

1 调查内容与数据收集

1.1 调查内容

为了解粮食产业链中数字化技术应用情况,

课题组于 2023 年 10 月到 2024 年 10 月期间开展了“粮食产业链数字化技术应用问卷调查”。内容主要包括四个方面:一是粮食供应链各环节中的关键数字化技术及其应用情况,二是数字化技术开发和应用产生的管理效能提升成效;三是数字化技术研发和推广中存在的主要问题;四是数字化技术开发和应用存在的政策需求。调查问题类型包括单选、多选、填空等,问卷被制作成 excel 表、小程序、网页版等格式,并通过面对面纸质、共享二维码等方式散发给调查对象。

1.2 数据来源及说明

本研究调查主体包括粮食主管部门、科研机构和涉粮企业,企业类型涵盖粮食生产企业、加工企业、储运企业、粮机制造企业等。共收集了 348 份问卷,包括 32 份粮食主管部门、科研机构、行业组织问卷和 316 份涉粮企业问卷。316 个企业中,65 个企业涉及粮食生产环节,71 个涉及粮食贸易环节,214 个涉及粮食储存环节,150 个企业涉及粮食加工环节,36 个涉及粮食物流环节,136 个涉及粮食销售环节,14 个涉及粮机装备研发制造,81 个涉及粮食质量检测。调查问卷来自我国 18 个省份,其中安徽 114 份、山东 96 份、湖南 61 份、湖北 28 份、江苏 24 份、北京 4 份、云南 2 份、浙江 2 份、辽宁 1 份、广东 4 份、河北 2 份、浙江 2 份、河南 2 份、黑龙江 1 份、上海 2 份、天津 1 份、陕西 1 份、四川 1 份。

2 粮食产业链数字化技术应用现状

2.1 粮食产业链应用的主要数字化技术

借鉴已有研究,本文所指的数字化技术主要包括云计算、区块链、大数据、智能传感等^[4-5]。近年来,随着我国大数据、物联网、人工智能等数字化技术的深入研发、渐进成熟和广泛应用,数字经济在我国形成了具有广阔市场规模的变革

态势，加速了各产业数字化改造进程。具体到粮食产业链中，不同企业主体采用的数字化技术存在明显的差异性，被调查者中，有 60.17% 采用了传感器技术，44.99% 采用了大数据技术，21.2% 采用了云计算技术，10.6% 采用了区块链技术，9.74% 采用了人工智能技术。

粮食产业链涉及产购储加销多个环节，不同环节的技术采用情况有明显差异。对粮食产业链不同环节的数字化技术采用情况进行均值 T 检验分析，结果显示数字化技术在不同环节应用情况存在明显差别。其中，采用传感器技术的企业中，物流环节占比最大，生产环节占比最小；采用大数据技术的企业中，物流环节占比最大，质检环节占比最小；采用云计算技术的企业中，粮机制造环节占比最大，生产环节占比最小；采用人工智能技术的企业中，粮机制造环节占比最大，销售环节占比最小；采用区块链技术的企业中，物流环节占比最大，储存环节占比最小。

2.2 各环节采用的主要数字化技术

数字化技术已较为广泛的应用于粮食生产、储存、加工、质检等环节。根据粮食主管部门、科研机构、行业组织的问卷数据显示，69.7% 的被调查者认为数字化技术主要应用于存储环节，36.36% 的被调查者认为数字化技术主要应用于粮食加工环节，27.27% 的被调查者认为数字化技术主要应用于粮食质量检测环节。

在粮食生产环节，数字智能植保、数字气象预警和产量智能预测场景等创新应用场景不断涌现。36.62% 的被调查者将数字化技术应用于田间管理技术，33.8% 的被调查者采用了信息服务技术，30.99% 的被调查者将数字化技术应用于播种技术，25.35% 的被调查者将数字化技术应用于植保技术，16.9% 的被调查者将数字化技术应用于土壤耕地技术（如图 1 所示）。

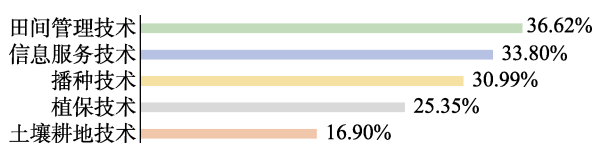


图 1 粮食生产环节主要应用的数字化技术

Fig.1 Digital technologies mainly used during food production

在粮食储存环节，75% 的被调查者采用了粮食出入库系统，64.35% 的被调查者采用了智能粮库管理应用平台，60.19% 的被调查者采用了多传感器动态粮情检测，57.41% 的被调查者采用了粮仓内循环熏蒸，28.24% 的被调查者采用了数量检测仪和粮情分析软件，28.24% 的被调查者采用了物流一卡通管理系统，26.39% 的被调查者采用了均温系统，14.35% 的被调查者采用了虫害气体在线检测系统，0.46% 的被调查者采用了无人机和值仓机器人（如图 2 所示）。

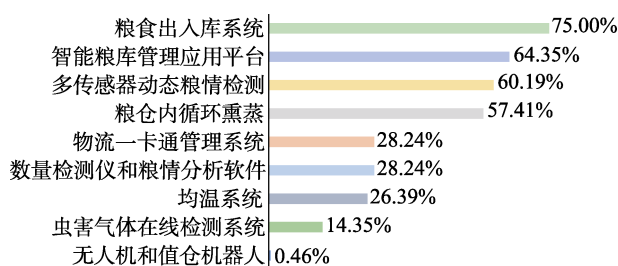


图 2 粮食储存环节主要应用的数字化技术

Fig.2 Digital technologies mainly used during food storage

在粮食加工环节，数字技术和数字化应用为加工企业转型升级提供了新动能。59.33% 的被调查者采用了在线智能监测技术，37.33% 的被调查者采用了近红外技术，4% 的被调查者采用了 5G+ 无人机数据采集技术（如图 3 所示）。

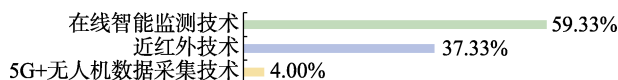


图 3 粮食加工环节主要应用的数字化技术

Fig.3 Digital technologies mainly used during food processing

在粮食物流运输环节，52.78% 的被调查者采用了数据采集技术，30.56% 的被调查者采用了卫星定位与通讯传输技术，25% 的被调查者采用了自动质检技术，11.11% 的被调查者采用了预警技术，11.11% 的被调查者采用了智慧园区技术（如图 4 所示）。

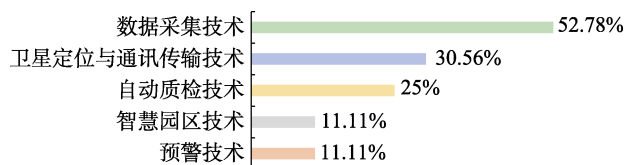


图 4 粮食物流运输环节主要应用的数字化技术

Fig.4 Digital technologies mainly used during food transportation

在粮食质量检测环节, 46.91%的被调查者采用了全自动检测技术, 27.16%的被调查者采用了二维码识别技术, 25.93%的被调查者采用了在线打印技术, 9.88%的被调查者采用了生物传感技术, 1.23%的被调查者采用了分子印迹技术, 1.23%的被调查者采用了微流控技术(如图 5 所示)。

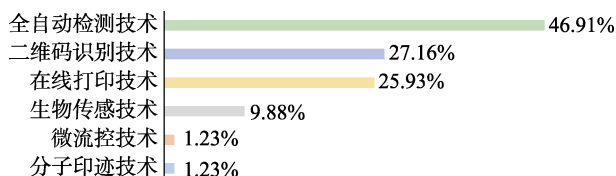


图 5 粮食质量检测环节主要应用的数字化技术

Fig.5 Digital technologies mainly used during food quality inspection

数字化技术在促进粮食节约减损方面具有重要作用。调研结果表明, 66.48%的被调查者采用了粮情监控技术, 46.42%的被调查者采用了保温技术, 34.96%的被调查者采用了数字化信息平台, 26.65%的被调查者采用了控水技术, 在促进降低粮食数量损失和质量下降方面发挥积极作用(如图 6 所示)。

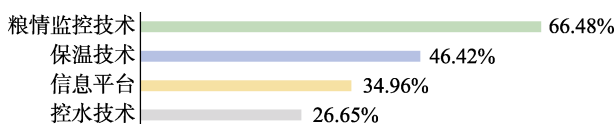


图 6 节粮减损方面主要应用的数字化技术

Fig.6 Digital technologies mainly used for grain conservation and food loss reduction

2.3 各环节采用的主要数字化技术设备

从数字化技术设备所属品牌国别来看, 涉粮企业应用的数字化技术设备以国内品牌为主。85.49%的被调查者采用了中国品牌, 8.52%的被调查者采用了欧洲品牌, 4.1%的被调查者采用了美国品牌, 3.47%的被调查者采用了日韩品牌。

从设备价值来看, 数字化技术设备价值较高。13.25%的被调查者采用的设备原值为 10 万元以下, 27.76%的被调查者采用的设备原值为 10~50 万元, 21.45%的被调查者采用的设备原值为 50~100 万元, 31.86%的被调查者采用的设备原值为 100~500 万元, 12.93%的被调查者采用的设备原值为 500 万元以上。

3 数字化技术应用的影响及策略

3.1 数字化技术推动作用和管理效能

3.1.1 数字化技术对粮食安全的推动作用

数字化技术对于解决粮食质量安全和品质营养问题具有积极的推动作用。89.68%的被调查者认为数字化技术能够有效解决粮食质量安全和品质营养问题, 仅 1.43%的被调查者认为创新技术不能够有效解决粮食质量安全和品质营养问题。

数字化技术在应对不同环节的粮食质量问题时发挥的效果存在差异。56.73%的被调查者认为数字化技术有助于改善生产环节的粮食质量安全和品质营养问题, 78.22%的被调查者认为数字化技术有助于改善储存环节问题, 44.41%的被调查者认为数字化技术有助于改善物流运输环节问题, 58.45%的被调查者认为数字化技术有助于改善加工问题, 58.17%的被调查者认为数字化技术有助于改善质量检测环节问题。

3.1.2 数字化技术对提升企业管理效能的作用

数字化技术可以通过数据驱动决策、流程自动化与优化、实时监控与协同提高管理水平。84.53%的被调查者认为数字化技术有助于提高管理水平。其中, 79.94%的被调查者认为有助于实现规范化管理, 78.22%的被调查者认为有助于提高管理效率, 42.41%的被调查者认为有助于创新公共管理模式。

数字化技术可以通过降低成本、增加收入、提升资产利用率提高经济效益。69.05%的被调查者认为数字化技术有助于提高经济效益。其中, 77.36%的被调查者反映减少了质量管理成本, 58.17%的被调查者表明应用数字化技术有助于提高企业利润, 41.55%的被调查者表明数字化技术促进了品牌建设。

数字化技术可以通过改进产品、改善公共服务、推动可持续发展提高社会效益。45.27%的被调查者认为数字化技术有助于提高社会效益。其中, 80.52%的被调查者认为数字化技术为社会提供高质量的产品和服务, 54.44%的被调查者认为数字化技术提供了示范效应, 35.53%的被调查者认为促进了经济增长方式转变。

3.1.3 数字化技术政策支持

政府制定的相关政策在不同程度上推动了粮食产业数字化技术应用。55.01%的被调查者认为基础设施建设促进了数字化技术应用, 39.83%的被调查者认为财政资金支持促进了数字化技术应用, 29.8%的被调查者认为人才培养促进了数字化技术应用, 22.35%的被调查者认为制定标准促进了数字化技术应用, 21.2%的被调查者认为产学研结合促进了数字化技术应用, 15.19%的被调查者认为技术宣传促进了数字化技术应用, 6.3%的被调查者认为税收优惠促进了数字化技术应用。

3.2 数字化技术推动存在的问题

数字化技术可以通过传感器、物联网、大数据等技术, 对粮食生产、储存、加工、运输过程的温度、湿度等环境参数进行实时监测和数据采集, 及时发现并解决潜在的问题, 进一步提高质量管理的精度和效率, 保障粮食质量和品质营养。因此, 应该加大数字化技术的推广和应用。然而, 目前在政策、技术、经济等方面存在一定的困难和挑战, 制约了数字化技术在粮食产业链中的推广和应用。

3.2.1 政策方面问题

目前, 为了加强数字化技术的应用和推广, 政府在基础设施建设、标准制定、财政资金支持、税收优惠、人才培养、产学研结合、技术宣传等方面制定了相关政策。但在数字化转型形势下, 粮食产业链数字化转型仍然存在以下问题。一是基础设施建设有待加强。53.3%的被调查者软硬件设施不先进, 阻碍了数字化技术应用。二是行业标准尚未统一。27.51%的被调查者认为标准不统一, 30.66%的被调查者认为缺乏科学的制度规范。三是产学研结合水平不足。18.91%的被调查者希望得到产学研结合方面的政策支持。当前产学研用主体间缺乏网络式合作关系和网络式互动渗透, 产学研用协同性创新效率不显著, 亟需政府建设科技成果转化平台, 协同推进数字化技术推广和应用。四是数字化技术宣传成效不显著。由于缺乏示范试点, 导致企业了解数字化技术产品的渠道有限。研发机构对数字化技术宣传推广的重要性、方式手段等认识不足, 技术应用企业获取相关技术信息存在困难和偏差。8.02%的被调查

者希望政府出台技术宣传方面的政策。

3.2.2 技术方面问题

一是缺乏核心技术支持。粮食产业链数字化技术研发的基础能力薄弱, 底层操作系统、工业软件等方面技术开发程度较低, 企业数字化转型技术方案仍然较少。16.62%的被调查者认为数字化技术与产业链各个环节尚不能融合, 68.89%的被调查者认为数字化技术与产业链各个环节实现了部分融合。二是数据融合不足。粮食行业数据的整合与联通能力有限, 导致数据孤岛现象严重, 难以形成有效的数据共享和协同分析机制, 粮食产业链各个环节的数据尚未完全有效融合。38.97%的被调查者认为粮食产业链各环节的数据标准不统一, 35.53%的被调查者认为行业间数据无法融合, 特别是气象、交通、金融等与粮食息息相关的周边数据。三是人才供给匮乏。67.34%的被调查者认为粮食产业链缺乏相关的专业信息技术人才。47.28%的被调查者希望出台人才培育相关政策。

3.2.3 经济方面问题

一是高成本制约数字化技术应用意愿。73.07%的被调查者认为数字化技术应用投入资金较大。大多数中小企业由于自身资金有限、生存压力大, 对于投资大、周期长、见效慢的数字化技术, 往往望而却步。46.42%的被调查者面临资金缺乏的问题, 影响了数字化技术的应用。二是尚未形成成熟的盈利模式。40.69%的被调查主体认为数字化和创新技术的应用没有成熟的盈利模式。粮食产业链中中小型民营企业占有很大的比重, 管理者对数字化、创新技术缺少完善且深刻的认识, 尚未形成跨领域融合、产品个性化定制、数字化营销等新型盈利模式, 数字化技术改造短期经济效益不显著、回报周期长, 降低了企业投资意愿。

3.3 数字化技术创新和推广策略

3.3.1 创新策略

推进粮食产业质量管理数字化, 以数字化赋能粮食安全。79.66%的被调查者认为加快检验检测数字化改造有助于数字化技术创新, 79.08%的被调查者认为推进产品质量形成全过程数字化创新有助于数字化技术创新, 73.07%的被调查者认为加强质量数据管理和建模分析有助于数字化技术创新。

创新数字化公共服务体系, 推进公共服务均

等化普惠化高效化便捷化。81.38%的被调查者认为培育推广系统性解决方案有助于数字化公共服务创新, 75.64%的被调查者认为探索平台化数据共享服务有助于数字化公共服务创新, 76.22%的被调查者认为完善标准和检测认证服务有助于数字化公共服务创新。

3.3.2 推广策略

政府在推动数字化技术应用进程中扮演着关键角色, 可以通过政策制定与引导、营造良好发展环境实现资源优化配置和产业协同发展。55.3%的被调查者希望得到基础设施建设方面的政策支持, 18.05%的被调查者希望制定或出台相关标准, 79.94%的被调查者希望得到财政资金支持, 24.93%的被调查者希望得到税收优惠支持, 47.28%的被调查者希望得到人才培养方面的政策支持, 8.91%的被调查者希望得到产学研结合方面的政策支持, 8.02%的被调查者希望得到技术宣传方面的政策支持。

4 研究结论与政策建议

4.1 研究结论

数字化技术已较为广泛地应用于粮食生产、储存、加工、质检等环节, 数字化技术的应用对于解决粮食质量和品质营养问题具有有效的推动作用, 并在管理水平、经济效益、社会效益提升方面发挥重要作用。政府制定的相关政策在不同程度上推动了粮食产业数字化技术应用。

然而, 粮食产业链中数字化技术推广和应用在政策、技术、经济等方面存在一定的困难和挑战。在政策方面, 基础设施建设有待加强, 行业标准尚未统一, 产学研结合水平不足, 数字化技术宣传成效不显著。在技术方面, 缺乏核心技术支持, 数字化技术与产业链融合不足, 人才供给匮乏。在经济方面, 数字化技术投资大、周期长、见效慢, 高成本降低了企业投资意愿, 制约数字化技术应用意愿。

4.2 政策建议

加大数字化技术政策支持。加强政府对数字化基础设施的投入力度, 推动以5G、大数据、云计算、人工智能等为代表的新一代信息技术和新

型数字基础设施加速应用。推动建立更多数字化技术应用的示范试点。努力培育和打造一批成熟可复制的数字化粮食示范企业或模式, 带动经济主体和企业主动开展粮食数字化转型升级。

加强数字化技术研发。鼓励新一代数字化技术和粮食供应链业务的深度融合, 积极探索粮食供应链数字化发展的新技术、新业态、新模式。加强数字化技术培训和人才培养。依托高校和科研机构开发课程或培训项目, 分管理、应用等多层次培养更多数字化技术人才。创新培训方式, 开展线上线下的课程培训, 培育更多数字化人力资源。

加大资金、税收等方面的支持力度。鼓励企业加强数字化技术研发, 对数字化研发实行税收优惠政策。针对中小微企业数字化能力弱的现实情况, 可考虑设立中小型企业数字化研发与投资扶持基金, 积极引导中小企业进行数字化改造与升级。

参考文献:

- [1] 孟文迪, 杨丽. 数字化赋能粮食安全治理研究——学习贯彻党的二十大精神[J]. 天津经济, 2024, (3): 14-18.
MENG W D, YANG L. Research on digitally empowered food security governance——study and implement the spirit of the Party's 20 National Congress[J]. Tianjin Economy, 2024, (3): 14-18.
- [2] 刘婷. 粮食全产业链数字化转型升级路径研究[J]. 农业经济, 2023, (8): 25-27.
LIU T. Research on the path of digital transformation and upgrading of the whole grain industrial chain[J]. Agricultural Economy, 2023, (8): 25-27.
- [3] 钱昭英, 魏基超. 农业数字化对我国粮食体系韧性的影响——基于我国粮食主产区的实证研究[J/OL]. 山西农业大学学报(社会科学版), 1-12[2025-01-02].
QIAN Z Y, WEI J C. The impact of agricultural digitization on the resilience of China's grain system——based on the empirical study of major grain-producing areas in China[J/OL]. Journal of Shanxi Agricultural University (Social Science Edition), 1-12[2025-01-02].
- [4] 田晓琳. 数字化技术在企业成本管理中的应用与效益分析[J]. 时代经贸, 2024, 21(12): 135-137.
TIAN X L. Application and benefit analysis of digital technology in enterprise cost management[J]. Times of Economy & Trade, 2024, 21(12): 135-137.
- [5] 韩洁. 数字时代粮食供应链重塑与中国的粮食安全保障[J]. 西南科技大学学报(哲学社会科学版), 2024, 41(4): 43-52.
HAN J. Food supply chain reshaping and China's food security in the digital era[J]. Journal of Southwest University of Science and Technology (Philosophy and Social Science Edition), 2024, 41(4): 43-52. 10.13733/j.issn.1674-0793.2024.04.007

备注: 本文的彩色图表可从本刊官网 (<http://lspkj.ijournal.cn>)、中国知网、万方、维普、超星等数据库下载获取。