

# 江苏省数字经济赋能粮食安全全链条保障研究

丁时新 施奕 朱灵彦 王宁 何颖

徐州工程学院, 中国·江苏 徐州 221018

**摘要:** 深入探讨数字经济对粮食产业全链条的保障与推动作用, 对实现粮食产业高质量发展和保障国家粮食安全意义重大。本文以江苏省 2016-2025 年数据为例, 实证分析数字经济对粮食全链条保障的影响。研究发现: 江苏粮食安全全链条保障能力显著提升, 数字经济发挥关键作用。生产稳健、流通加速数字化、消费持续优化, 协同推动整体跃升。子系统由非均衡走向高度协同, 全链条一体化机制基本形成, 数字技术有效衔接各环节。障碍因素呈阶段性演变, 由早期基建不足、生产粗放, 转为当前数字化应用不深、应急调度不强等新挑战。

**关键词:** 粮食安全; 数字经济; 熵值法; 协调度; 障碍度

## Research on Empowerment of Food Security by Jiangsu Province's Digital Economy

Ding Shixin, Shi Yi, Zhu Lingyan, Wang Ning, He Ying

Xuzhou Institute of Technology, China Jiangsu Xuzhou 221018

**Abstract:** A thorough examination of the digital economy's role in safeguarding and advancing the entire grain industry chain is crucial for achieving high-quality development in the sector and ensuring national food security. Using data from Jiangsu Province (2016-2025) as a case study, this paper empirically analyzes the impact of digital economy on comprehensive grain supply chain security. The findings reveal that Jiangsu's capacity for end-to-end grain security has significantly improved, with the digital economy playing a pivotal role. Stable production, accelerated digital transformation in distribution, and continuous optimization of consumption have collectively driven systemic progress. The subsystems have transitioned from disequilibrium to high coordination, with an integrated supply chain mechanism largely established, where digital technologies effectively connect all operational links. Obstacles have evolved in phases, shifting from initial challenges like inadequate infrastructure and extensive production methods to current issues such as insufficient digital adoption and weak emergency response capabilities.

**Keywords:** Food security; Digital economy; Entropy method; Coordination degree; Obstacle degree

## 1 江苏省粮食安全全链条保障发展现状

### 1.1 江苏省粮食安全保障发展现状

“五谷者, 万民之命, 国之重宝。”关于国家粮食安全, 习近平总书记多次强调“中国人的饭碗要牢牢端在自己手里”“粮食安全是国家安全的重要基础”“保障粮食安全始终是国计民生的头等大事”<sup>[1]</sup>。江苏省作为全国重要的粮食主产省之一, 2025 年粮食总产 763.06 亿斤, 较 24 年增加 1.04 亿斤, 连续 4 年稳定在 750 亿斤以上<sup>[2]</sup>。且随着数字经济的浪潮席卷全球社会经济生活各领域, 数字技术为粮食生产、流通、消费等全产业链搭建起了桥梁、为粮食安全的保障工作带来了新的发展机遇, 助推粮食产业的转型升级以及高质量发展。因此, 通过数字经济赋能粮食产业全链条, 打造典型的区域粮食安全“江苏样本”, 对保障我国粮食安全意义重大。

### 1.2 江苏省粮食安全保障面临的挑战

#### 1.2.1 生产环节

粮食生产环节是粮食产业的重要支撑<sup>[3]</sup>。当前江苏省

粮食生产面临耕地资源刚性约束与经济效益偏低的双重压力, 对稳产保收形成直接冲击。一方面, 耕地数量与质量面临协同约束, 工业化城镇化占用优质耕地, 加之工业与农业面源污染叠加, 加剧了耕地质量的隐性衰退, 对粮食食用安全构成潜在威胁。另一方面, 种粮比较效益持续走低, 农资价格上涨与成本攀升不断压缩利润空间, 进而引发多重连锁反应, 农村劳动力结构失衡、农户投入意愿下降、土地流转租金高企等影响投资稳定性。上述因素相互交织, 从资源基础和主体动力两个层面制约着生产端的可持续发展。

#### 1.2.2 流通环节

流通环节作为衔接生产与消费的纽带, 其运行效能直接影响粮食资源配置的时效性与稳定性。当前江苏省流通体系面临结构性短板制约。一方面, 物流仓储存在区域与层级失衡, 基层收纳库设施老化、技术配套滞后问题突出, 保温隔热及智能化管理水平不足, 难以满足“优粮优储”需求, 导致储存损耗。另一方面, 物流组织模式仍以传统

“四散”为主，专业化、标准化流通体系尚未全面建立，造成损耗偏高、效率偏低、成本居高的系统性困境。尤其在原粮从产区到销区的衔接中，物流梗阻现象更为明显，严重制约快速调运能力与应急响应效率。上述问题相互叠加，从储运和流通两个层面削弱了粮食资源的配置效能。

### 1.2.3 消费环节

消费作为全产业链的终端环节，其变化趋势对生产与流通具有重要的反馈调节作用。当前江苏省粮食消费面临浪费问题普遍存在与供需结构性矛盾凸显的双重挑战。一方面，食物浪费现象较为突出，加之“讲排场”消费心理及外卖平台促销机制的助推，客观上加剧了粮食过度消耗。另一方面，供需结构性矛盾日益加深。随着居民生活水平提升，消费结构向多元、营养、便捷转型，优质口粮及肉蛋奶需求持续上升，间接拉动了饲料用粮尤其是玉米、大豆的需求激增。上述问题从资源损耗和供需匹配两个层面，对消费端可持续发展构成制约。

## 2 江苏省粮食安全全链条保障因素实证分析

本章旨在探究数字经济驱动下江苏省粮食全链条保障能力的发展路径。研究基于2016-2025年统计数据构建指标体系，综合运用熵值法综合测度发展水平，并引入耦合协调度与障碍度诊断模型进行深层归因，系统剖析数字经济对粮食生产、流通及消费各环节的赋能效应与协同机制。

### 2.1 评价指标体系的建立与数据收集

#### 2.1.1 江苏省粮食安全全链条保障指标体系建立

基于科学性、系统性、可操作性原则，参考国家粮食安全战略纲要、农业农村部规划及国内外相关研究成果，本研究从生产、流通、消费三个核心维度构建江苏省粮食安全全链条保障指标体系。

#### 2.1.2 数据来源和数据预处理

(1) 数据来源。为确保指标体系的科学性与数据的权威性，研究选取2016-2025年江苏省时间序列数据，所有原始数据均来源于江苏省各相关政府职能部门的官方统计年鉴、年度公报及公开数据库。

(2) 数据预处理。数据预处理为消除原始数据在量纲、数量级及指标方向性上的差异，步骤如下：

①数据清洗。针对少量缺失数据，本研究采用线性插值法（Linear Interpolation）进行填补。该方法利用该指标相邻年份数据的算术平均值进行估算，以保持时间序列的连续性与平稳性。

②构建原始数据矩阵。设有  $m$  个评价年份（2016-2025年，即  $m=10$ ），有  $n$  个评价指标（本研究中  $n=20$ ），构建原始数据矩阵  $X=(x_{ij})_{m \times n}$ 。

③数据标准化。由于适度指标存在一个最优区间，在

进行标准化前，需先将其转化为正向指标。为消除量纲影响，采用极差法对矩阵  $X$  进行标准化处理，将数据映射至  $[0,1]$  区间。

### 2.2 实证模型的建立

#### 2.2.1 熵权法确定权重

熵权法是一种基于数据离散程度的客观赋权方法，离散度越大，权重越高，具体计算步骤如下：

(1) 计算第  $j$  项指标的熵值  $e_j$ ：

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m \frac{r'_{ij}}{\sum_{i=1}^m r'_{ij}} \ln \left( \frac{r'_{ij}}{\sum_{i=1}^m r'_{ij}} \right) \quad (0 \leq e_j \leq 1) \quad (2-1)$$

其中， $r'_{ij}$  为经过标准化和平移处理后的数据。

(2) 由于差异系数  $g_j = 1 - e_j$ ，计算熵权  $w_j^e$ ，并得到计算综合得分  $U_k$ ：

利用熵权法确定的权重，分别计算综合得分：

$$U_k = \sum_{j=1}^m w_j \times x_{kj} \quad (2-2)$$

#### 2.2.2 子系统协调度模型

为分析生产（ $K=1$ ）、流通（ $K=2$ ）、消费（ $K=3$ ）三个子系统的协调关系，引入协调度模型。

计算子系统发展度  $F_k$  和协调度  $C$ ：

$$F_k = \frac{1}{n_k} \sum_{j=1}^{n_k} w_j \times r_{ij}^{(k)}, \quad C = 1 - \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{k=1}^3 (F_k - \bar{F})^2 / \bar{F}} \quad (2-3)$$

其中， $n_k$  为第  $k$  个子系统包含的指标数量， $r_{ij}^{(k)}$  为该子系统内指标的标准化值。C 值介于 0 到 1 之间，越接近 1 表示各子系统间发展越协调。

#### 2.2.3 障碍度诊断模型

为识别影响粮食安全的主要障碍因素，计算各指标的障碍度  $O_j$ 。障碍度由因子贡献度（即权重  $w_j$ ）与指标偏离度（ $1-r'_{ij}$ ）共同决定，计算公式如下：

$$O_j = \frac{w_j \times (1-r'_{ij})}{\sum_{j=1}^n [w_j \times (1-r'_{ij})]} \times 100\% \quad (2-4)$$

其中， $O_j$  表示第  $j$  项指标对粮食安全综合水平的阻碍程度。 $O_j$  值越大，说明该指标是制约粮食安全水平提升的关键瓶颈，需优先予以改善。

### 2.3 模型的求解与结果分析

本研究基于 Python 进行求解及运算，结果显示，基于熵值法的权重分析表明，各指标重要性差异明显。“化肥施用量”权重最高，仍是影响产能的关键变量；“示范基地

数”与“播种面积”紧随其后,体现规模化经营与示范引领的重要作用。“粮食总产量”虽多次进入前十但未占绝对主导,说明单纯依赖总量增长已不足以解释系统变化,而“信息化投入”“仓储容量”等结构性指标的贡献日益上升,表明技术驱动正成为提升系统效能的新引擎。障碍度诊断结果显示,江苏省粮食安全全链条保障的瓶颈呈现阶段性演变:2016—2018年主要障碍为“粮食流通损耗率”,反映早期基础设施落后与生产方式粗放;2019—2021年转向“农业信息化投入”,数字技术应用深度不足成为新制约;2022—2025年进一步变为“粮食应急保障点数字化率”,表明当前痛点已从“产得出”转向“供得稳”,应急调度与消费端数字化触达能力亟待加强。综合得分在2016—2025年间呈波动上升态势,从0.031升至峰值0.577,随后回调至0.463再回升至0.548。“加速—调整—再平衡”的轨迹反映出江苏省粮食安全保障体系在复杂外部环境下的韧性与自我修复能力,整体保障水平持续夯实。

## 2.4 实证小结

本研究基于严谨方法论,构建了涵盖生产、流通、消费全链条及数字赋能维度的指标体系;依托官方权威数据,采用熵权法赋权,结合耦合协调度及障碍度模型,形成了“评价—协调—诊断”的完整分析闭环。其核心结论为:江苏粮食安全综合保障水平显著提升,系统协调性逐步增强,障碍因素呈现阶段性演进等新问题。

## 3 数字经济赋能江苏省粮食安全全链条保障发展路径

数字技术赋能粮食安全,可通过构建全产业链数字协同平台,从粮食生产到流通,最后到消费,贯穿粮食产业各环节,对于提高粮食产量,提高供应链韧性,降低损耗率具有积极作用。

在粮食生产端,数字技术可对粮食生产全过程进行数字化管理,通过运用生产监控、环境监控以及大数据分析等实现对粮食生产的精准化、智能化、智慧化管理,从而加强对生产的各个环节所需劳动力数量控制,提高生产效率。因此在生产端,可加强配备携带遥感技术的收割机等农业作业工具。先进的收割机不仅能够精确测量收割面积和粮食重量,还帮助农民获取粮食产量数据,有助于更好地制定种植策略<sup>[4]</sup>。

在粮食流通端,目前我国已建立起以企业为主体、市场为主导、产学研深度融合的技术创新体系,企业通过技术创新推动产业升级,开发出一系列符合居民粮油消费趋势变化的新产品,提升了产品功能属性和经济价值。通过不断强化创新发展理念,推进粮食流通提质增效<sup>[5]</sup>。除此

之外,需要持续推动粮食四散化运输的物流基础设施改造提升、新技术新装备研发应用、标准化信息化智能化建设、业务流程优化再造等,从而提升各节点尤其是铁路站点和港口码头的四散化作业能力,减少粮食物流中的遗撒、变质等损耗。

在粮食消费端,数字化平台能够将复杂多变的粮食供给市场与庞大的粮食需求市场对接,通过收集、整理、分析粮食供求数据,并借助大数据平台将其集中化、可视性、共享化,有助于降低交易过程中的信息搜寻成本,提高粮食的有效供给率。与此同时,粮食消费端亦可对接商超、餐饮企业销售数据,应用消费监测预警体系,利用平台触发反应机制,实现对市场需求的精准判断,从而降低公众对粮食的浪费。

## 4 结语

数字经济已成为江苏粮食全链条提质增效、保障国家粮食安全的核心引擎。依托2016—2025年实践,江苏粮食生产稳中有进、流通数字化提速、消费结构持续优化,各子系统从非均衡迈向高度协同,全链条一体化运行机制基本成型。面对数字化应用不深、应急调度能力不足等新挑战,未来应持续深化数字技术与产购储加销各环节融合,补齐数字基建与智慧调度短板,完善全链条数据贯通与风险预警体系,以数智赋能推动粮食产业更高质量发展,为筑牢区域粮食安全屏障、服务国家粮食安全战略提供坚实支撑。

## 参考文献:

- [1] 张广辉,陈萌.粮食安全视角下东北地区粮食生产的优势、困境与应对策略[J].重庆工商大学学报(社会科学版),2025,42(03):1-10.
- [2] 夏鑫,李建明,张锐.数字技术赋能粮食安全的作用机理及实现路径探索[J].农业经济,2025,(08):29-31.
- [3] 宋洪远,魏佳朔.全方位加强国家粮食供给保障[J].中州学刊,2024(2):5-13.
- [4] 朱满德,程国强.中国粮食流通领域节约减损的现实困境与推进策略[J].中州学刊,2025,(03):31-38.
- [5] 朱杰,彭浩瀚,张志等.数字乡村建设对粮食安全的影响研究:基于县域层面的实证分析[J].中国软科学,2025,(05):79-91.

基金项目:江苏省高等大学生实践创新创业计划项目(xcx2025123);中国式现代化下江苏粮食产业高质量发展实现路径研究(23EYD006)。

作者简介:丁时新(2004-),女,汉族,江苏南京,本科生,经济学,徐州工程学院。