

WORLD AGRICULTURE

世界农业

- ★中文社会科学引文索引(CSSCI)扩展版来源期刊
- ★中国知网(CNKI)数据库全文收录
- ★中国人文社会科学期刊AMI综合评价A刊扩展期刊
- ★中国农林核心期刊
- ★国家新闻出版广电总局第一批认定学术期刊

主管单位 中华人民共和国农业农村部
主办单位 中国农业出版社有限公司
指导单位 农业农村部国际合作司
协办单位 农业农村部对外经济合作中心
农业农村部农业贸易促进中心
(中国国际贸易促进会农业行业分会)
农业农村部国际交流服务中心
中华人民共和国常驻联合国粮农机构代表处
中国人民大学农业与农村发展学院

刊名题字：吴作人
1979年创刊
月 刊



世界农业编辑部
微信公众号

总字第518期
2022年第8期

世界农业 编辑委员会

主 任 马有祥

副 主 任 (按姓氏笔画为序)

广德福 马洪涛 朱信凯 刘天金 杜志雄 何秀荣 张陆彪 夏敬源 顾卫兵 隋鹏飞
谢建民

委 员 (按姓氏笔画为序)

王林萍 韦正林 仇焕广 孔祥智 叶兴庆 司 伟 吕 杰 朱 晶 朱满德 刘 辉
刘均勇 李先德 李翠霞 杨敏丽 吴本健 宋洪远 张亚辉 张林秀 张海森 张越杰
陈昭玖 陈盛伟 苑 鹏 罗小锋 罗必良 金文成 周应恒 屈四喜 赵帮宏 赵敏娟
胡乐鸣 胡冰川 柯文武 姜长云 袁龙江 聂凤英 栾敬东 高 强 黄庆华 黄季焜
彭廷军 程国强 童玉娥 蓝红星 樊胜根 潘伟光

主 编 胡乐鸣

副 主 编 张丽四

执行主编 贾 彬

责任编辑 卫晋津 张雪娇 张雯婷

编 辑 吴洪钟 汪子涵 陈 璿 程 燕 林维潘

SHIJIE NONGYE

出 版 单 位 中国农业出版社有限公司

印 刷 单 位 中农印务有限公司

国内总发行 北京市报刊发行局

国外总发行 中国出版对外贸易总公司

(北京 782 信箱)

订 购 处 全国各地邮局

地 址 北京市朝阳区麦子店街 18 号楼

邮 编 100125

出 版 日 期 每月 10 日

电 话 (010)59194435/988/990

投 稿 网 址 <http://sjny.cbpt.cnki.net>

官 方 网 址 <http://www.ccap.com.cn/yd/zdqk>

定 价 18.00 元

广告发布登记:

京朝工商广登字 20190016 号

ISSN 1002 - 4433

CN 11-1097/S

◆凡是同意被本刊发表的文章,视为作者同意本刊将其文章的复制权、发行权、汇编权以及信息网络传播权转授给第三方。特此声明。

◆本刊所登作品受版权保护未经许可,不得转载、摘编。

中国入世 20 年来保障重要农产品有效供给：研究进展与展望	王铁凝 祁春节 (5)
国际视角下中国智慧农业发展的路径探寻	张绮雯 林青宁 毛世平 (17)
世界大豆贸易网络格局演变及影响机制研究	和聪贤 (27)
日本乡村振兴的别样手段：故乡税制度的实施路径、效果及争议	郭 佩 刘 莉 (41)
数字乡村助力乡村振兴：内在机制与实证检验	刘灵辉 张迎新 毕洋铭 (51)
农业产业化联合体协同效应分析 ——基于治理模式的视角	姜启军 王 凡 (66)
数字乡村背景下农村电子商务如何提高农业劳动生产率 ——基于电子商务进农村综合示范县的准自然实验	谭 词 杨 军 孙嘉泽 (77)
基于博弈论 Shapley 值法的集体经营性建设用地入市流转收益分配研究	孙特生 高兴洲 赵 梅 等 (90)
农户参与合作经济组织与跨区域非农就业 ——基于江西省“百村千户”(2018)数据分析	朱伟丽 李道和 陈江华 (101)
县级农业保险机构服务能力对种粮大户生产积极性的影响机制研究 ——基于有中介的调节效应分析	陈盛伟 李嘉欣 (112)
其他	
国际粮农动态：常驻联合国粮农机构大使出席 FAO《2022 年农产品市场状况》发布会等 5 则	(124)
2022 年 7 月世界农产品供需形势预测简报	梁 勇 (127)

- Ensuring Effective Supply of Important Agricultural Products in the Past 20 Years since China's WTO Accession:
Research Progress and Prospects
..... WANG Tiening, QI Chunjie (16)
- Exploring the Path of China's Smart Agriculture Under an International Perspective
.....ZHANG Yiwen, LIN Qingning, MAO Shiping (26)
- Research on Pattern Evolution and Influence Mechanism of Global Soybean Trade Network
..... HE Congxian (40)
- One Way of Rural Revitalization in Japan: The Implementation Path, Effect and Dispute of Hometown Tax System
..... GUO Pei, LIU Li (50)
- Digital Village Construction Boosts Rural Revitalization: Internal Mechanism and Empirical Test
..... LIU Linghui, ZHANG Yingxin, BI Yangming (65)
- Analysis on Synergy Effect of Agricultural Industrialization Consortium
—From the Perspective of Governance Model
..... JIANG Qijun, WANG Fan (76)
- How Does Rural E-commerce Improve Agricultural Labor Productivity under the Background of Digital Economy
—A Quasi-natural Experiment Based on E-commerce Entering Rural Comprehensive Demonstration County
..... TAN Ci, YANG Jun, SUN Jiaze (89)
- Research on the Distribution of Income from the Circulation of Collective Operation Construction Land into
the Market Based on Game Theory Shapley Value Method
..... SUN Tesheng, GAO Xingzhou, ZHAO Mei, et al (100)
- Farmers' Participation in Cooperative Economic Organizations and Cross Regional Non-agricultural Employment
—Empirical Analysis Based on Endogenous Transformation Probit Model
..... ZHU Weili, LI Daohe, CHEN Jianghua (111)
- The Effect of Service Capacity of County-level Agricultural Insurance Institutions on Production Enthusiasm
of Large-grain Growers
—Test Based on a Mediated Moderator Model
..... CHEN Shengwei, LI Jiaxin (123)

中国入世 20 年来保障重要农产品有效供给：研究进展与展望

◆ 王铁凝 祁春节

(华中农业大学经济管理学院/华中农业大学园艺经济研究所 武汉 430070)

摘要：保障重要农产品有效供给，始终是“三农”工作的头等大事，也是中国农业应对入世开放考验的重要举措。本文基于 CSSCI、CSCD 等 2001—2021 年的 321 篇样本文献，运用文献计量软件 CiteSpace，对入世以来中国保障重要农产品有效供给研究进行梳理和总结，并在此基础上提炼出研究热点及演变态势。分析发现：其一，现有研究主要从生产供给、价格、流通和应急保障等视角出发，对中国重要农产品供给保障的水平、战略思路、实现路径、机制和政策等进行了探讨；其二，尽管研究主题脉络紧跟趋势，利用规范的方法取得了丰硕成果，但存在研究内容不够深入、研究手段较为单一和跨团队合作缺乏等问题。据此提出，从农产品供给保障的系统思维出发，将规范分析和实证分析相结合，就如何提高农业综合生产能力、收储调控能力和应急保障能力，实现重要农产品“增产量、优结构、拓来源、提品质、稳物价、畅流通、保应急”等方向的深入研究将是今后该领域的重点。

关键词：重要农产品；有效供给；CiteSpace；WTO；研究热点；可视化分析

DOI: 10.13856/j.cn11-1097/s.2022.08.001

1 引言

入世 20 年来，伴随着中国经济快速融入全球体系，中国农业也经受住了入世开放带来的重大考验，有效应对了全球粮食危机、金融危机和新冠肺炎疫情等多重挑战^[1]，这得益于中国始终将保障重要农产品有效供给作为“三农”工作的头等大事和发展现代农业的首要任务。习近平总书记多次强调，中国人的饭碗任何时候都要牢牢端在自己手上。《“十四五”推进农业农村现代化规划》中也明确将保障粮食等重要农产品有效

收稿日期：2021-12-22。

基金项目：国家哲学社会科学基金项目“改革农产品价格形成机制研究”（16BJY136），中央财政计划专项“国家现代农业（柑橘）产业技术体系（MATS）专项经费”（CARS-26-06BY），中央高校基本科研业务费专项资金项目“疫情防控常态化下保障重要农产品有效供给问题研究”（2662020JGPY001）。

作者简介：王铁凝（1997—），男，山东滕州人，硕士研究生，研究方向：农业经济，E-mail: tnwang@webmail.hzau.edu.cn。

通信作者：祁春节（1965—），男，湖北黄冈人，博士，教授，博士生导师，研究方向：农业产业经济，E-mail: qichunjie@126.com。

供给作为推进农业农村现代化的首要任务。粮食稳产保供,是稳经济、稳全局的压舱石;“菜篮子”产品保供稳价,是稳预期、稳民心的基本盘。20年来,中国农业生产资源环境约束不断加剧,增加了农产品有效供给的难度;入世后国际市场的冲击,提高了农产品的市场风险;严峻复杂的国际疫情,给农产品的生产、运输和销售带来了巨大挑战。尽管中国粮食产量连续7年稳定在1.3万亿斤^①以上,粮食供给总量是充裕的,但粮食生产能力的基础并不稳固,保障重要农产品有效供给面临严峻挑战。因此,在入世20周年背景下,面对疫情防控常态化过程中出现的新问题、新情况,回顾和总结中国保障重要农产品有效供给研究的发展历程,刻画20年来相关研究的热点脉络,总结经验、审视问题,对于谋划中国保障重要农产品有效供给的中长期新战略,建立重要农产品供给保障的长效机制具有重要意义。

供给和需求是经济学研究的逻辑起点^[2],而农产品供给则伴随着人类社会发展的整个过程。作为农业经济领域研究的热点,学术界围绕农产品有效供给问题开展了大量研究,主要表现在重要农产品供给水平、农产品有效供给的路径、农产品供给保障机制和相关支持政策等方面。虽然研究成果丰硕,但主要是针对农产品供给保障领域单个问题的讨论,无法反映该领域研究的“完整图景”。为全面系统地总结该领域研究进展,亟待从文献计量学的角度进行定量分析。相较于传统的文献综述,使用专业文献计量的方法有容量大、时间跨度长、多维度分析和可视化呈现等优势^[3]。基于文献计量学方法的发展态势分析,可以系统地总结该领域研究现状和热点,评价不同学者、机构的实力和成果产出,对总结研究经验、厘清学术思路,把握前沿问题具有重要意义^[4]。在农业经济领域,利用文献计量方法撰写文献综述也受到越来越多学者的关注,如张露等基于文献计量方法利用CiteSpace分析总结了当前农业经济管理学科国内外研究的特征、动态、问题及趋势^[5]。为此,本文通过文献计量的方法,基于文献量、代表作者、研究机构和研究内容4个维度,绘制共现和聚类知识图谱,并结合文献研读的方式对重点主题进行探讨,旨在明晰中国入世20年来保障重要农产品有效供给研究的进展,发现已有研究不足,指出其未来的发展方向。

2 数据来源及研究方法

本文基于文献计量学方法,采用陈超美教授开发的文献计量软件CiteSpace进行定量分析并制作相关知识图谱^[6-7]。本文数据来源于CNKI数据库,以“保障重要农产品有效供给”“保障农产品供给”“农产品有效供给”等关键词进行检索,检索时区从2001年起至2021年8月^②,期刊类别选自CSSCI、CSCD以及农业经济领域专业期刊。同时,为了进一步保证选取文献的合理性和准确性,本文采用人工逐一筛选与校对的方式,剔除与研究不符的条目,最终得到321篇文献,构成本文所分析的所有文献样本。

3 研究现状分析

随着文献计量学的广泛应用,其研究目标主要体现在三个方面,即主题与热点的演变、作者间合作关系及学术影响力分析^[8]。针对研究现状,目前得到广泛应用的指标有文献量、代表作者、机构及其合作关系等^[9],这些指标反映了主题的关注度变化、机构和个人的学术影响力等方面,清晰勾勒出了特定领域的发展图景^[10]。在这一部分,本文分别从文献量、代表学者和研究机构3个维度对入世20年来保障重要农产品有效供给领域的研究状况进行宏观上的把握和分析。

3.1 文献量分析

研究领域发文数量的变化一定程度上反映了该领域在某一时期内所受的关注度,有助于判断特定时间段内该领域的发展动态和前景趋势。如图1所示,2001年保障重要农产品有效供给研究发文数量占近20年来发文量的0.6%,2007年这一数字上升至3%,2017年则达到8.7%,2018—2020年的累计发文量已超过20

① 1斤=0.5千克。

② 注:文中2021年数据均截至2021年8月,在摘要和后文中均以2021年代替,不再进行额外标注。

年总量的 30%，显示出学术界对相关研究的热情不断上升。鉴于本文撰写之时 2021 年尚未结束，加之学术论文出版发表具有一定的滞后性，2021 年的数据并不完整，但可以预计的是 2021 年该领域研究成果将更为丰富。这说明，作为农业经济学术界研究的重点，农产品有效供给问题正受到越来越多学者的关注，尤其是近年来国内外经济形势越发复杂，疫情防控进入常态化新阶段，筑牢重要农产品稳产保供基础，确保重要农产品供给不出问题更是受到国家和社会的广泛重视，这也使得该领域的研究队伍不断扩大，研究内涵不断丰富，研究视角更加多元。

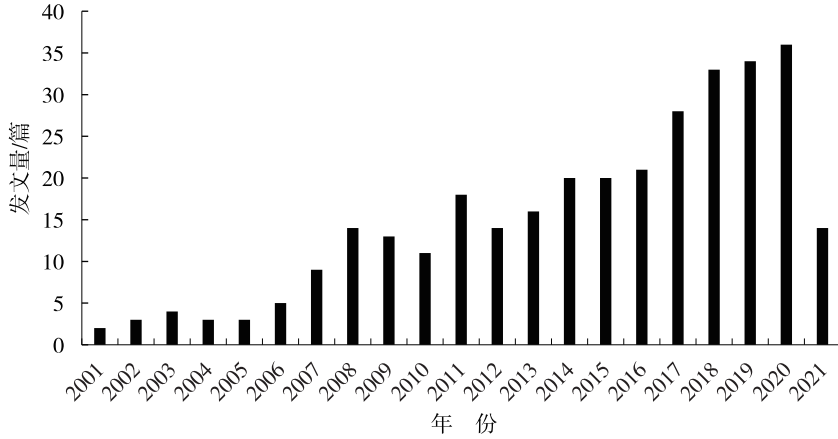


图 1 保障重要农产品有效供给研究发文量年度分布情况

3.2 作者情况分析

核心作者作为研究的中坚力量，既可以引领该领域研究的方向，还可以给予非核心研究者重要的指导。因此，有必要识别出农产品供给保障研究的核心作者群。根据普赖斯定律，核心作者论文数 $M_p = 0.749 \times \sqrt{N_m}$ ，其中 N_m 表示发文量最大的作者文献数量，由表 1 计算得知 $M_p \approx 1.7$ ，发文 2 篇及以上的作者为本次统计时段内的核心作者。基于此指标共有 49 名作者入选，共发表论文 124 篇，占文献总数的 38.6%，未达到研究成熟时核心作者发文量应占文献总量 50% 的要求，表明稳定的核心作者群尚未形成。这也从侧面反映出，虽然从事保障重要农产品有效供给研究的学者很多，但多数团队无法实现多年专注于该领域的研究，研究的系统性和持续性不够。此外，由于作者合作网络密度仅为 0.003 7，表明虽然存在一定量的研究团队，但学者之间的合作仍相对欠缺，大多数学者仍为个体独立研究。

表 1 保障重要农产品有效供给研究作者及发文情况

单位：篇

序号	作者	发文量	序号	作者	发文量
1	徐静	5	13	姚慧敏	3
2	赵建欣	4	14	杨萍	3
3	蒋和平	3	15	吕大明	3
4	周振亚	3	16	彭建仿	3
5	张晴	3	17	姚冠新	3
6	孙中才	3	18	张浩	3
7	张维战	3	19	田悦	3
8	郭洪海	3	20	李学兰	3
9	刘彦随	3	21	杨丽萍	3
10	朱俊林	3	22	吕敬堂	3
11	王勇	3	23	周茜	3
12	房艳刚	3	24	芦千文	2

3.3 科研机构分析

科研机构作为科研人员身处的平台，直接代表着该研究领域的支撑力量，也是学者影响力的映射，对其的分析不可或缺。由表 2 可知，发文量 3 篇以上的机构有 9 个，其中，中国农业科学院发文 19 篇（包括农业经济与发展研究所和农业资源与农业区划研究所），中国农业大学经济管理学院 8 篇，它们分列第一至第三名，是入世 20 年来本样本中保障重要农产品有效供给研究表现最突出的机构。总体来说，农产品供给涉及国计民生，需要负责政策制定的各机关单位配合，其核心研究机构主要位于北京，集中在实力雄厚的科研机构和“双一流”高校，且与核心作者群相关联，如中国农业科学院的蒋和平、中国农大学的芦千文、中国科学院的刘彦随等，均是表 1 中的核心作者，这也说明好的研究成果需要学者和平台相互成就。结合文献进一步分析发现，核心作者群和研究机构主要关注农业综合生产能力建设、农产品供求关系及调控措施、农产品市场流通及农产品有效供给的保障机制及政策等方面^[11-13]。通过 CiteSpace 共现分析，网络密度几乎为零，表明研究多局限于内部，合作关系不紧密，未来应加强各科研机构间的合作。

表 2 保障重要农产品有效供给研究排名前十的机构

单位：篇

序号	研究机构	发文量
1	中国农业科学院农业经济与发展研究所	13
2	中国农业大学经济管理学院	8
3	中国农业科学院农业资源与农业区划研究所	6
4	北京林业大学经济管理学院	5
5	中国人民大学农业与农村发展学院	4
6	中国社会科学院农村发展研究所	4
7	中国科学院地理科学与资源研究所	4
8	北京师范大学经济与工商管理学院	4
9	华南农业大学经济管理学院	4
10	东北师范大学中国东北研究院	2

4 研究热点分析

4.1 高频关键词分析

关键词呈现了文章的核心内容，其所包含的诸多方法与问题不仅展示了该领域的研究热点，还提供了进一步了解该领域研究脉络的手段。通过 CiteSpace 软件处理得到关键词共现图谱（图 2），其中网络节点 412 个，节点连线 603 条，网络密度为 0.007 1。节点和字号越大表明出现频次越高，连线越粗表明关系越紧密，侧面反映出了研究的热烈程度，而中心性高于 0.1 的关键词更重要。图 2 中“农产品”和“农产品供给”两个关键词呈现双子星格局，其字号大、连线粗，词频分别高达 46、24，中心性分别为 0.28 和 0.27，形成了保障重要农产品有效供给的研究路径和热点，是整个研究的核心和基础。

其余中心性超过 0.1 的关键词还包括农产品价格、乡村振兴、农产品供应链、信息不对称、有效供给和农业功能区划等，它们依托“农产品”和“农产品供

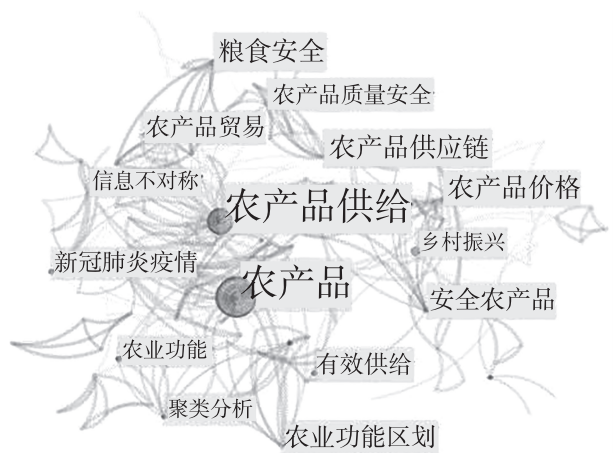


图 2 关键词共现图谱

给”两个高频关键词形成单向分支或闭环网络，构成了不同主题下的细分领域。可以看出，随着研究的不断深入，学者的关注焦点不再集中于保障重要农产品有效供给概念本身，研究领域日益广泛，有关农产品生产、价格、流通等都是学者们重点关注的问题。

为深入探究保障重要农产品有效供给的研究内容和技术方法，本文利用 CiteSpace 梳理关键词，并根据研究区域、研究背景、研究对象、研究视角、研究方法、战略与政策等进行分类，得到表 3。

表 3 保障重要农产品有效供给关键词分类

类别	视角	主要关键词
研究区域	—	全国、东北地区、吉林省、山西省、山东省、贵州省、湖北省、安徽省、上海市、重庆市、天津市、乌海市、福州市、广西壮族自治区等
研究背景	—	WTO、农业税取消、金融危机、供给侧结构性改革、乡村振兴、绿色发展、新常态、高质量发展、双循环等
研究对象	—	棉花、大米、稻谷、小麦、大豆、生猪、水禽等
研究视角	生产供给	产量、结构、复种模式、安全农产品、绿色发展等
	价格	农产品价格、价格波动等
	流通	收储、供应链、冷链物流、电子商务、互联网、共同配送等
	应急保障	风险预警、市场风险、农业风险、预控对策等
研究方法	理论	供求理论、博弈论、蛛网理论、知沟（GAP）理论、对偶理论、交易成本理论、技术传递理论等
	实证	回归分析、聚类分析、博弈模型、利润函数等
战略与政策	—	耕地保护、粮食安全、农业补贴、土地流转等

从研究区域来看，研究从市、省到全国均有涉及，以省际层面的研究为主，这可能与中国一直推行的“米袋子”省长负责制和“菜篮子”市长负责制有关。作为中国控制农业生产及粮食安全的最基本行政单位县域，却少有研究涉足。如何以县域视角探究提高农产品供给保障水平有望成为今后该领域的方向之一。

从研究背景来看，研究紧跟中国入世等热点，具有明显的时效性和政策导向性。这也从侧面反映出，保障重要农产品有效供给的研究从不同时期的现实问题出发，有针对性地对各时期的重要问题进行系统探索，构成了中国农产品供给保障领域研究发展的阶段性特征。但应该注意的是，部分学者存在盲目追逐热点的行为，这也是导致该领域核心作者群不够稳定的原因之一。今后的研究应更加注重系统性和持续性，促进该领域研究体系的建设和创新。

从研究对象来看，学者们除了关注粮食等大宗农产品外，对禽肉、水产品等也开展了一定的研究，顺应了中国食品供需结构和畜牧养殖结构变化的趋势。在确保粮食供给的同时，如何保障肉类、蔬菜、水果等各类食物有效供给有望成为新的前沿问题。

从研究视角来看，学者们主要围绕生产供给、价格、流通和应急保障等角度开展相关研究。在生产供给上，研究在注重总量充足、结构优化的同时，也开始重视农产品的质量和营养，关键词如安全农产品、绿色发展等，反映出中国城乡居民消费向绿色、健康、安全方向升级的趋势。在价格上，研究较为关注农产品价格波动，侧面反映出重要农产品保供稳价的重要性。在流通上，研究主要关注农产品收储及信息、运输和物流的畅通。在应急保障上，学者们较为关注风险预警机制建设和相关预控对策。

从研究方法来看，研究主要涉及定性和定量两个层面。在定性分析上，研究理论从基础的经济学供求理论等向与社会学结合的知沟（GAP）理论以及数学结合的博弈论和对偶理论等进行拓展，呈现出多学科相互交叉的前景。在定量分析上，研究主要采取回归分析等传统计量手段，同质化严重。如何通过学科交叉，借助经济统计、大数据科学等新技术手段开展相关研究值得今后学者的思考。

从战略举措和政策法规来看,相关政策主要着眼于促进农产品增产,如耕地保护、粮食安全等,有关农产品提质增效的政策相对较少。今后应在始终绷紧重要农产品产量充足这根弦的同时,从更好满足人民美好生活需要出发,进一步加强对提高农产品质量效益和竞争力的制度、政策、法规研究。

4.2 关键词聚类分析

为明确农产品供给保障领域的研究主要集中于哪些前沿主题,本文通过 CiteSpace 进行聚类分析。经过 CiteSpace 聚类 and 筛选后得到图 3 所示群组,可划分为 3 个核心主题:一是中国农产品供给保障水平评价(#0、#1、#2、#12),核心词汇是“农产品”“农产品供给”“聚类分析”“信息不对称”;二是中国保障重要农产品有效供给的战略思路(#6、#7),核心词汇是“乡村振兴”“粮食安全”;三是保障重要农产品有效供给的实现路径、机制和政策(#3、#4、#5、#8、#9、#11),核心词汇是“农产品供应链”“安全农产品”“农产品价格”“农产品质量”“风险预警”“农业多功能”。

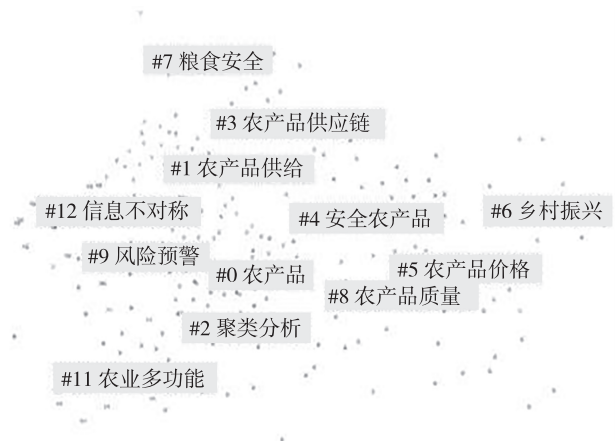


图 3 关键词聚类分析

基于聚类分析的结果,本文从宏观视角出发,针对这三个主题对以往学者的研究进行梳理归纳,以期从整体上对保障重要农产品有效供给的研究进行精准把握。

4.2.1 中国农产品供给保障水平评价

自美国学者布朗 1994 年提出“谁来养活中国”之问以来,国内外学者针对中国重要农产品供需状况、供给水平开展了大量研究。针对当前中国农产品供给保障水平,学者们利用不同的数据和模型开展分析,主要形成了两个观点。一种观点认为,当前中国农产品供给保障处于历史最好时期,粮食等重要农产品供需平衡有余。黄季焜通过对 FAO、美国农业部(USDA)等国际数据以及中国农业政策分析和预测模型(CAP-SiM)的分析中得出,现阶段中国口粮供给不但绝对安全,而且库存压力增大^[14]。朱晶等利用 FAO 和相关统计年鉴数据,从生产端和消费端两个角度,将中国粮食生产和消费进行了多维度的国际比较,发现二者均明显高于世界平均水平。然而,也有不少学者认为,虽然中国在农产品供给上取得了巨大的成就,但当前中国农产品供需结构性失衡,品种与区域之间的供需矛盾突出,未来将形成更大的缺口^[15]。刘长全在对 FAO、政府统计数据以及“三农”数据库中城镇居民的食物消费数据分析时发现,中国主要畜产品和粮食品种产需错配的结构不平衡在深化,重要农产品供给安全受到挑战^[16]。王晓君等认为,由于受到资源、市场、国际形势等方面的困境,中国粮食供需将长期处于紧平衡^[17]。但无论持哪种观点,学者们已形成一个共识,即尽管中国重要农产品库存充裕,但由于内外部风险增多,保供形势依然严峻,迫切需要建立一个高层次、高质量、有效率的农产品供给保障机制。

4.2.2 中国保障重要农产品有效供给的战略思路

作为“三农”工作的头等大事,保障重要农产品有效供给,受到政界、学术界等多方关注。政界的研究聚焦于顶层设计,从国家战略的高度提出重要农产品有效供给的思路。韩长赋指出,提高粮食等重要农产品供给保障水平,战略上要坚持藏粮于地、藏粮于技;战术上要加强对粮食主产区、高标准农田等的建设^[18]。陈锡文认为,乡村振兴的产业首先是农业,必须严守耕地保护红线,切实提高重要农产品产能,保障重要农产品有效供给^[19]。唐仁健强调,保供给既要保数量,也要保多样、保质量,关键是深入推进农业供给侧结构性改革^[20]。学术界的研究旨在探索针对性更强、指向性更明确、效果更显著的农产品稳产保供思路。姜长云从农业供给侧结构性改革出发,通过分析提高粮食供给体系质量的生产、价格、收储等方面,提出粮食安全保

障机制建设的主攻方向^[21]。宋洪远从农产品数量、结构和质量等角度,提出了新时期保障农产品有效供给的思路^[22]。蒋和平等通过分析粮食供需、价格、流通储备和生产方式等方面,提出了粮食安全保障的启示性建议^[23]。

4.2.3 保障重要农产品有效供给的实现路径

针对重要农产品有效供给的实现路径,现有研究主要基于农产品生产供给、价格、流通和应急保障4个视角进行分析。

在生产供给方面,早期研究更为关注农产品产量,主要是粮食产量,确保中国居民获得足够的粮食、维持95%以上的自给率是学术界的中心议题之一。陆文聪和黄祖辉指出,稳定粮食生产能力,实现粮食产量稳定增长,有利于中国粮食供求的均衡发展^[24]。随着人民生活水平不断提高,农产品消费正由“吃得饱”向“吃得好”“吃得营养健康”转变,近期的研究开始注重优化农产品结构、提高农产品质量和营养。不仅是粮食,蔬菜、水果、禽肉、水产品等各类食物的有效供给都是居民多样化食物需求的重要保障^[25]。黄季焜和解伟认为,未来食物供给要更加关注的不仅是数量,还有高质量、多用途的农作物产品、畜产品和水产品等^[26]。其实,不管是增加产量、优化结构还是提高质量,其背后所仰仗的是农业综合生产能力建设。因此,持续挖掘增产潜力,必须把提高农业综合生产能力放在更突出的位置^[27]。

在价格方面,研究主要关注中国农产品价格波动,其目的是确保重要农产品价格基本稳定。针对农产品价格波动的原因,学者们主要从通货膨胀、期货市场、农业成本和外部冲击等方面开展分析^[28],如张利庠和张喜才基于农业产业链视角,利用向量自回归(VAR)模型分析了外部冲击对农产品价格的影响,发现粮食价格波动主要受自然灾害等产业自身的冲击,国际贸易等外部冲击对禽肉价格波动的影响较大^[29]。针对稳定农产品价格的对策,宋洪远等从农产品生产、流通、进出口和风险防范等方面提出了较为系统的建议,完善了中国农产品市场价格调控的基本思路^[30]。

在流通方面,一方面,研究重视农产品收储问题,强调完善农产品国家储备体系建设,如王晓东认为,重要农产品等国家战略物资储备制度建设,是实施流通调控、保障市场平稳运行的重要手段,必须切实完善国家储备体系,不断提升储备效能^[31];另一方面,研究也强调农产品市场流通网络建设,如姜长云和赵佳指出,必须优先支持农产品流通网络、机制和能力建设,逐步发挥流通环节(农产品和农业生产资料的储藏、运输、销售)在农产品供求平衡中的主导作用^[32]。程国强认为,构建农产品现代市场流通体系,要确保稳定有序,突出信息、运输和物流3个“畅通”^[33]。总体而言,保障农产品价格稳定和供应畅通,背后所反映的是农业收储调控能力建设。王小虎等认为,未来农产品供求调控必须要完善收储调控机制和市场调控手段,发挥流通储备对稳定国内供给、平抑市场价格的保障作用^[34]。

在应急保障方面,国内学者通过分品种的方法就如何提高农产品应急保障能力进行分析,对粮食、果蔬、禽肉等不同产品应急保障的侧重点不同。针对耐储存的粮食产品,研究主要强调加强市场监测预警。杨刚强等认为,要建立完善粮食应急保障体系,一是要打通供应链中的堵点,二是要加强风险预警监测平台建设^[35]。针对果蔬、禽肉等不易储藏、容易腐烂变质的鲜活农产品,马晓春和宋莉莉从物流及时性的角度出发,提出完善鲜活农产品应急流通机制,在突发事件出现时紧急调用物流力量保障供给^[36]。

4.2.4 重要农产品有效供给的保障机制和支持政策

虽然中国农业生产保持较好的增长势头,但由于资源环境等约束,未来增产的难度将越来越大,构建保障重要农产品有效供给的长效机制势在必行。早期研究重视提高产量,构建相关保障机制主要从种植面积、单产及农民积极性3个角度出发。针对种植面积,学者们提出建立健全耕地保护机制,包括耕地保护的行政约束机制、经济补偿机制和共同责任机制3个方面^[37],相关政策如“18亿亩^①耕地红线”保护政策、土地流转政策等。针对单产,在耕地面积不变甚至减少的情况下,通过科技提高单产是保障产量的有力措施,据此学者们提出了

① 1亩=1/15公顷。

科技支撑机制,包括促进科技成果转化、提高研发经费、产学研结合等措施^[38]。针对农民积极性的提高,主要研究粮食生产补贴机制和市场化的农产品价格形成机制^[39-40],相关政策包括最低收购价政策、目标价格补贴政策等。在早期研究的基础上,近期研究更强调农业绿色发展,建设“优质粮食工程”,包括健全农产品质量安全机制、绿色农业发展机制等,辅以生态补偿政策、退耕还林政策等^[41]。受到新冠肺炎疫情的影响,学者们意识到了应急保供的重要性,目光开始转向农产品风险预警机制和应急保障机制的建设^[42]。

通过以上系统的梳理和评价,发现学者们紧扣时代脉搏,从中国实际出发对保障重要农产品有效供给进行了不同角度的研究,但仍存在以下三个问题:一是对保障重要农产品有效供给机制的建设缺乏系统研究,已有研究多关注农产品生产供给、价格、流通和应急保障中单个或几个方面,鲜有全面考虑反映农业综合生产能力、收储调控能力和应急保障能力的重要农产品供给保障机制;二是现有研究主要针对粮食等大宗农产品,缺乏从大食物观角度讨论重要农产品供给保障问题,针对保障肉类、蔬菜、水果、水产品等各类食物有效供给的研究较少,未及时根据居民食物结构变化丰富研究内容;三是分析方法以定性分析为主,除针对现状评价和价格波动等少数研究使用定量分析外,其余研究大都基于描述性统计分析和理论阐释,将理论与实证结合并进行相互论证的研究较少。而且,即使是采用定量分析的少数研究,其建立的实证模型也大多依个人价值判断和学术倾向而定,无法全面反映决定农产品有效供给的多重因素。

5 研究进程分析

在热点分析的基础上,为全面总结中国保障重要农产品有效供给的研究进程,发现研究趋势,本文利用CiteSpace中“Timezone”功能,得到图4所示关键词时区图谱。可以看出,2001—2006年、2007—2016年和2017—2021年3个时间段关键词的数量和内容存在显著差异,表明这期间相关研究的热情和主题发生变化,这一改变在图1的文献量分析中也有所体现。结合时代背景和现实情况,本文将入世以来中国保障重要农产品有效供给的研究分为起步、快速发展和稳步增长3个阶段。

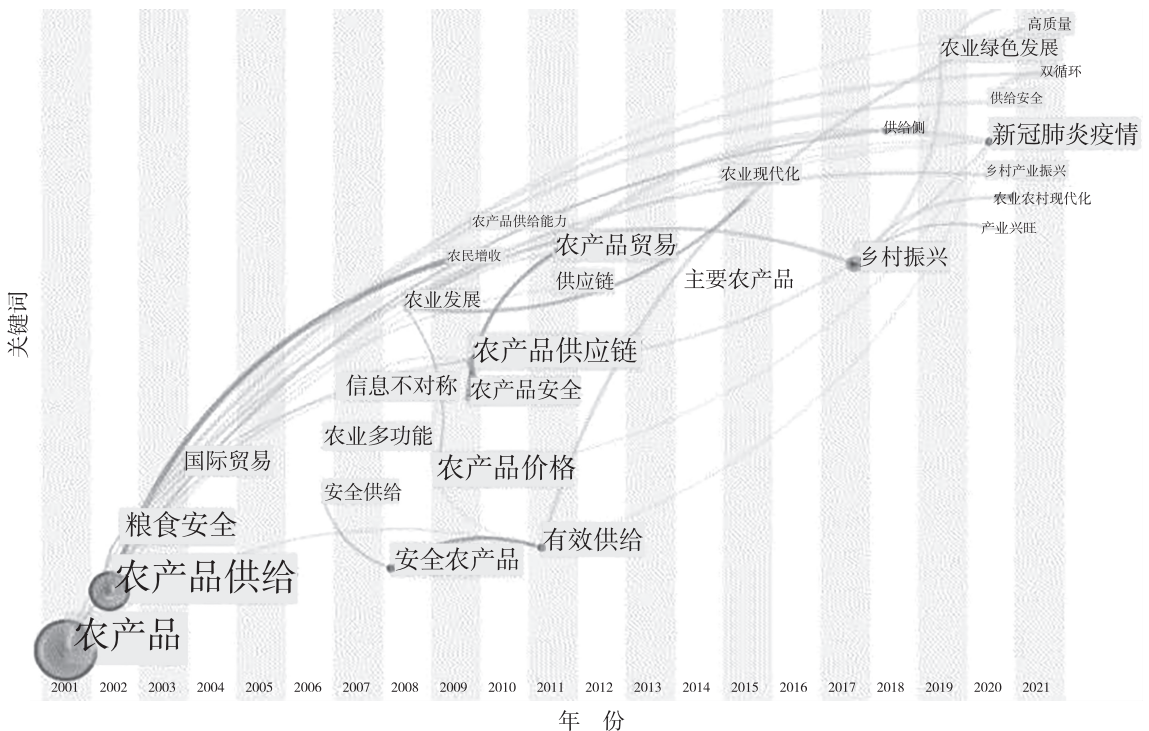


图4 关键词时区图谱

5.1 起步阶段

起步阶段（2001—2006年）研究的大背景是2001年中国正式加入世界贸易组织（WTO）。根据WTO协议，中国将在一定程度上开放农产品市场，农业将面临市场开放的风险。为适应WTO的新形势，保障农产品有效供给成为中国面临的突出问题之一。这一阶段研究主要围绕应对入世开放风险进行，高频关键词如“农产品”“农产品供给”“国际贸易”“粮食安全”等。虽然文献篇数较少，关键词类别单一，但此时针对农产品供给保障的研究体系开始形成，为今后研究的方向拓展和快速增长奠定了坚实的基础。

5.2 快速发展阶段

快速发展阶段（2007—2016年）研究的大背景是2006年后中国取消农业税和2008年全球性金融危机爆发。自中国加入WTO以来，农业生产受到了巨大冲击，中国要由对农业的负保护向正保护转变。2006年后，农业税被正式废止，农民种粮的积极性大幅提高，此时的研究试图分析和揭示取消农业税对农产品供给的影响，关键词如“农产品价格”等，针对价格补贴政策效果的分析逐渐成为学者们关注的热点。与此同时，受次贷危机影响，中国经济增长出现由偏快转为过热的倾向，发生了不同程度的通货膨胀。2007年中央经济工作会议指出，要防止价格由结构性上涨演变为明显通货膨胀。防通胀，首先是稳定农产品价格，保障重要农产品基本供给^[43]。为评估金融危机和通货膨胀的影响，此时的研究在定性分析的基础上逐步开展定量分析，主要围绕农产品价格调控、涨价效应、通胀预期等问题进行。此外，随着入世之后中国农业开放程度的提高，学者的视角不再局限于国内，在全球视野下谋划建设“农产品供应链”、发展“农产品贸易”受到越来越多的关注。

5.3 稳步增长阶段

稳步增长阶段（2017—2021年）研究的大背景是乡村振兴战略的推行和新冠肺炎疫情的暴发。随着中国农业生产水平的提高和体制机制的完善，相关研究逐步趋向成熟稳定。2017年，习近平总书记在十九大报告中提出乡村振兴战略。确保重要农产品特别是粮食供给，成为乡村振兴战略的首要任务。自此，保障重要农产品有效供给的研究进入了稳步增长阶段。这一阶段的研究主要围绕乡村振兴进行，研究视野更加开阔，研究方法更加丰富，学科交叉研究也开始起步，研究范畴不仅涉及供需和价格，还包括乡村振兴背景下有利于保障农产品供给的一系列新业态、新产业、新模式，如“乡村产业振兴”等。研究重心逐步向“农业绿色发展”等优化农产品结构，提高农产品质量和营养的方向转变。

然而，新冠肺炎疫情的暴发，百年变局和世纪疫情相互交织，使中国重要农产品供给又面临着较大考验，也让我们认识到在保障重要农产品有效供给的问题上不能有丝毫麻痹大意，也决不能指望依靠国际市场来解决。因此，“供给安全”等关键词时隔多年后被再次提及，如何利用“双循环”新发展格局保障重要农产品有效供给开始受到学者的广泛关注。

6 研究结论

本文基于CiteSpace软件对中国入世20年来保障重要农产品有效供给的研究进展进行了梳理与展望，得出以下结论。

第一，研究成果丰富但缺乏跨团队合作。入世20年来，有关保障重要农产品有效供给的研究热度持续上升，形成了“起步—快速发展—稳步增长”3个阶段。以蒋和平、芦千文、刘彦随等为代表的专家学者依托中国农业科学院、中国农业大学、中国科学院等多家单位开展了大量研究，成果丰硕。然而，共现分析发现各方科研力量仍较为独立，主要集中于内部“小圈子”。农产品供给保障作为集自然科学和社会科学为一体的综合性研究，本就需要各领域专家通力合作，由于缺少必要的合作和数据共享机制，导致现有研究重复性工作较多，学科交叉视角迟迟无法形成，也使得构建一个具有广泛解释力的农产品有效供给理论分析框架成为学术界难题。

第二，研究紧跟趋势但内容深度不足。高频关键词及时区图谱反映近20年研究紧扣时代脉搏和国家政

策需求,关注和服务于顶层设计,产生了许多紧跟实际、应用广泛的成果,主要从农产品生产供给、价格、流通和应急保障等视角,对目前中国重要农产品供给保障的水平、战略思路、实现路径、机制和政策等进行探讨。然而,聚类分析表明现有很大一部分研究主要是对现状的简单调研和描述,缺乏对重要农产品供给保障机制建设的系统探讨,突出表现在研究未全面考虑农产品有效供给背后反映的农业综合生产能力、收储调控能力和应急保障能力,也缺少从大食物观的角度对除粮食外的肉类、蔬菜、水果、水产品等各类农产品有效供给的相关研究。

第三,研究方法规范但手段单一。国内学者大多采用经济学供求理论等进行定性分析,研究范式和方法虽符合主流规范,但同质化严重,也缺乏使用密切从实际出发的数理统计手段对研究进行进一步的检验。虽然近年来开始注重引入数学、社会学等相关学科的研究理论与方法,但文献数量较少,综合运用理论模型、计量模型及其他实证方法的定量研究明显不足。究其原因,一是未建立起科学系统的分析框架,二是缺乏合理的实证论证。

7 研究展望

为解决以上问题,提高研究水平,就今后如何更好地拓宽研究主题,提高研究实用性与效果,特别是进一步减少重复的、赘余的基础研究,本文提出以下建议。

第一,扩大研究视角,开展学科交叉研究。为满足人民群众日益多元化的食物消费需求,重要农产品有效供给研究不能仅局限于粮食,而应扩大研究视角,树立大农业、大食物、大营养观,研究粮蔬果肉等各类产品的有效供给,这就需要通过多学科交叉等途径挖掘农畜资源、林特食物产品供给潜力和食药物质开发利用,实现向森林草原、江河湖海要食物,多元化保障食物供给。此外,在保障重要农产品有效供给的生产、流通等环节中必然涉及技术研发、装备制造等过程,也需不同科研机构的技术支持。因此,未来研究应从农学、工学、理学、经济学、管理学等学科交叉融合视角出发,建立跨专业的合作团队,实现研究资源的互补与联动,逐步构建具有广泛解释力和逻辑一致性的农产品有效供给理论分析框架。

第二,转变研究观念,深化研究内容。保障重要农产品有效供给研究要从系统性思维出发,从生产供给、价格、流通和应急保障等方面进行思考。在生产供给方面,一是要“增产量”,结合“藏粮于地”战略,研究构建耕地保护利用长效机制和高标准农田建设路径,结合“藏粮于技”战略,加快对现代种业等科技支撑能力的研究;二是要“优结构”“拓来源”,顺应食品供需结构变化趋势,拓宽食物来源,研究保障肉类、蔬菜、水果、水产品等各类农产品有效供给;三是要“提品质”,探索农业绿色发展新模式,加强对食物营养与健康的研究。在价格方面,围绕“稳物价”研究农产品价格波动规律的形成机理与调控对策。在流通方面,围绕国家战略物资储备制度建设和全国统一大市场建设,就如何利用大数据构建农产品储备设施网络、现代流通网络和市场信息交互渠道进行研究,做到“畅流通”。在应急保障方面,通过探究统一的农产品市场监测预警平台和应急调控体系建设,实现“保应急”。最终,在以上研究的基础上构建一个全面反映农业综合生产能力、收储调控能力和应急保障能力的重要农产品供给保障机制。

第三,创新研究方法,加强实证研究。当前,百年变局和世纪疫情交织,国家对农产品有效供给问题越发重视,对重要农产品供给能力的评价也将提出新的需求,如何将理论与实证相结合,探索构建明确统一、逻辑一致的农产品有效供给评价模型,定量分析农产品有效供给的影响因素,需要学者深入研究与挖掘。此外,随着新一轮科技革命突飞猛进,大数据、人工智能、机器学习等新科技催生的数字实证方法快速发展,如何通过人工智能、大数据分析、系统仿真建模、情景推演等新型研究方法实现农产品动态风险预警监测,在面临重大冲击时对保障农产品有效供给进行情景模拟等都将成为新的前沿问题。

参考文献

- [1] 中国人世二十周年农业发展高层研讨会在北京召开 [J]. 世界农业, 2021 (11): 122.
- [2] 祁春节. 农业供给侧结构性改革: 理论逻辑和决策思路 [J]. 华中农业大学学报 (社会科学版), 2018 (4): 89-98,170.
- [3] 唐华仓, 马恒运. 基于文献计量视角的国际农业经济研究综述 [J]. 农业经济问题, 2022 (1): 128-144.
- [4] 高懋芳, 邱建军, 刘三超, 等. 基于文献计量的农业面源污染研究发展态势分析 [J]. 中国农业科学, 2014, 47 (6): 1140-1150.
- [5] 张露, 张越, 张俊飏, 等. 农业经济管理学科领域的研究发展: 历史与前沿 [J]. 华中农业大学学报 (社会科学版), 2016 (3): 31-38, 133.
- [6] CHEN Chaomei, HU Zhigang, LIU Shengbo, et al. Emerging trends in regenerative medicine: a scientometric analysis in CiteSpace [J]. Expert Opinion on Biological Therapy, 2012, 12 (5): 593-608.
- [7] CHEN Chaomei. Science mapping: a systematic review of the literature [J]. Journal of Data and Information Science, 2017, 2 (2): 1-40.
- [8] 宋丽萍, 王建芳. 基于 F1000 与 WoS 的同行评议与文献计量相关性研究 [J]. 中国图书馆学报, 2012, 38 (2): 62-69.
- [9] 邱均平, 周子番, 张裕晨. 近十年我国计量与评价研究的发展与趋势 [J]. 情报理论与实践, 2021, 44 (2): 192-200,184.
- [10] 李信, 李倩. 传统文献计量与科学评价的一个补充视角: 全时间域的 RPYS [J]. 图书情报知识, 2017 (4): 89-99.
- [11] 蒋和平, 杨东群, 王晓君. 新时代我国粮食安全导向的变革与政策调整建议 [J]. 价格理论与实践, 2018 (12): 34-39.
- [12] 芦千文, 吕之望. 农户对农业供给侧结构性改革政策的响应 [J]. 经济与管理, 2019, 33 (3): 43-51.
- [13] 陈秧分, 王介勇, 张凤荣, 等. 全球化与粮食安全新格局 [J]. 自然资源学报, 2021, 36 (6): 1362-1380.
- [14] 黄季焜. 对近期与中长期中国粮食安全的再认识 [J]. 农业经济问题, 2021 (1): 19-26.
- [15] 朱晶, 李天祥, 臧星月. 高水平开放下我国粮食安全的非传统挑战及政策转型 [J]. 农业经济问题, 2021 (1): 27-40.
- [16] 刘长全. 我国重要农产品供给安全面临的挑战与对策 [J]. 经济纵横, 2021 (5): 61-73.
- [17] 王晓君, 何亚萍, 蒋和平. “十四五”时期的我国粮食安全: 形势、问题与对策 [J]. 改革, 2020 (9): 27-39.
- [18] 韩长赋. 韩长赋部长在全国农业工作会议上的讲话 [J]. 中华人民共和国农业部公报, 2016 (1): 4-14.
- [19] 陈锡文. 乡村振兴的核心在于发挥好乡村的功能 [J]. 中国人大, 2019 (8): 30-35.
- [20] 唐仁健. 扎实推进乡村全面振兴 [J]. 农村工作通讯, 2021 (20): 7-10.
- [21] 姜长云. 推进农业供给侧结构性改革的重点 [J]. 经济纵横, 2018 (2): 91-98.
- [22] 宋洪远. 关于农业供给侧结构性改革若干问题的思考和建议 [J]. 中国农村经济, 2016 (10): 18-21.
- [23] 蒋和平, 尧珏, 蒋黎. 新时期我国粮食安全保障的发展思路与政策建议 [J]. 经济学家, 2020 (1): 110-118.
- [24] 陆文聪, 黄祖辉. 中国粮食供求变化趋势预测: 基于区域化市场均衡模型 [J]. 经济研究, 2004 (8): 94-104.
- [25] 武舜臣, 赵策, 胡凌啸. 转变中的粮食安全观: 理论期待与新粮食安全观的构建 [J]. 农业经济问题, 2022 (3): 17-28.
- [26] 黄季焜, 解伟. 中国未来食物供需展望与政策取向 [J]. 工程管理科技前沿, 2022, 41 (1): 17-25.
- [27] 唐仁健. 确保农业稳产增产、农民稳步增收、农村稳定安宁 [J]. 中国产经, 2022 (1): 36-38.
- [28] 罗冬晖, 杨保健, 秦开大. 关于我国农产品价格波动研究的述评 [J]. 经济问题探索, 2015 (8): 185-190.
- [29] 张利庠, 张喜才. 外部冲击对我国农产品价格波动的影响研究: 基于农业产业链视角 [J]. 管理世界, 2011 (1): 71-81.
- [30] 宋洪远, 翟雪玲, 曹慧, 等. 农产品价格波动、机理分析与市场调控 [J]. 农业技术经济, 2012 (10): 4-13.
- [31] 王晓东. 在统筹发展和安全中完善重要商品储备制度: 以农产品为视角的分析 [J]. 中国农村经济, 2022 (5): 2-19.
- [32] 姜长云, 赵佳. 我国农产品流通政策的回顾与评论 [J]. 经济研究参考, 2012 (33): 18-29.
- [33] 程国强. 建立重要农产品供给保障新范式 [J]. 中国发展观察, 2020 (Z2): 12-13, 46.
- [34] 王小虎, 程广燕, 周琳, 等. 未来农产品供求调控重点与思路途径 [J]. 农业经济问题, 2018 (8): 107-115.
- [35] 杨刚强, 肖广宇, 王海森. 新发展阶段保障国家粮食安全的思路与对策 [J]. 宏观经济管理, 2021 (8): 46-53.
- [36] 马晓春, 宋莉莉. 我国鲜活农产品滞销频发的原因及对策研究: 以蔬菜、牛奶滞销为例 [J]. 当代经济管理, 2015, 37 (9): 59-62.
- [37] 李广东, 邱道持, 王平. 中国耕地保护机制建设研究进展 [J]. 地理科学进展, 2011, 30 (3): 282-289.
- [38] 叶兴庆. 农业发展需要加快培育接续力量 [N]. 人民日报, 2015-03-16 (007).
- [39] 许庆, 杨青, 章元. 农业补贴改革对粮食适度规模经营的影响 [J]. 经济研究, 2021, 56 (8): 192-208.
- [40] 徐田华. 农产品价格形成机制改革的难点与对策 [J]. 农业经济问题, 2018 (7): 70-77.

- [41] 许秀川, 吴朋雁. 绿色农业发展机制的演进: 基于政府、农户和消费者三方博弈的视角 [J]. 中国农业大学学报, 2022, 27 (1): 259-273.
- [42] 谭砚文, 李丛希, 陈志钢. 新冠肺炎疫情对中国与东盟区域农产品供应链的影响及对策 [J]. 农业经济问题, 2020 (10): 113-121.
- [43] 杜鹰. 毫不放松地抓好生产 切实保障主要农产品有效供给 [J]. 求是, 2011 (7): 20-23.

**Ensuring Effective Supply of Important Agricultural Products in the
Past 20 Years since China's WTO Accession:
Research Progress and Prospects**

WANG Tiening QI Chunjie

Abstract: Ensuring the effective supply of important agricultural products has always been the top priority of the “three rural areas”, and it is also an important measure for China’s agriculture to cope with the test of WTO accession. Based on 321 sample papers from CSSCI, CSCD and so on from 2001 to 2021, this paper uses the bibliometric software CiteSpace to sort out and summarize the research on securing effective supply of important agricultural products in China since the accession to the WTO, and on this basis, distills the research hotspots and evolutionary trends. The analysis finds that: firstly, the existing research mainly explores the level, strategic thinking, realization path, mechanism and policy of guaranteeing the supply of important agricultural products in China from the perspectives of production and supply, price, circulation and emergency guarantee; secondly, although the research themes follow the trends and achieve fruitful results by using standardized methods, there are problems such as insufficient depth of research content, single research method and lack of cross-team cooperation. Accordingly, it is proposed that from the systemic thinking of agricultural supply assurance, combining normative and empirical analyses, we should conduct in-depth research on how to improve comprehensive agricultural production capacity, storage and control capacity and emergency assurance capacity, and realize the direction of “increasing production, optimizing structure, expanding sources, improving quality, stabilizing prices, smooth circulation and ensuring emergency response” for important agricultural products. In-depth research will be the focus of this field in the future.

Keywords: Important Agricultural Products; Effective Supply; Citespace; WTO; Research Hotspots; Visual Analysis

(责任编辑 张雪娇 卫晋津)

国际视角下中国智慧农业发展的路径探寻

◆ 张绮雯 林青宁 毛世平

(中国农业科学院农业经济与发展研究所 北京 100081)

摘要: 智慧农业是中国农业实现高质量发展的重要方式。当前中国智慧农业建设取得初步进展,但还存在政策规划不完善、自有技术不足、企业参与度不高、信息化发展不充分等问题,制约智慧农业发展。美国、日本、欧盟等发达国家和地区的智慧农业发展较为充分,在技术创新与推广、资金投入、人才培养等方面已形成了详细可持续的智慧农业政策规划,建立了全产业链的农业数据协作平台(如 WAGRI)、高效可持续的产学研用协同创新网络(如 EIP-AGRI)以及细化多元的金融支持体系,同时企业已经成为智慧农业发展的主力军。本文结合中国智慧农业现状及问题,总结并分析了美国、日本、欧盟等发达国家和地区智慧农业发展的逻辑与典型经验,凝练出解决现有困境的路径方法。

关键词: 智慧农业;发展现状;国际经验

DOI: 10.13856/j.cn11-1097/s.2022.08.002

美国、日本、欧盟等世界主要发达国家和地区农业生产实践已逐步向以 BT 技术为基础,以 IT 技术为手段,综合相关服务平台的“农业 4.0”过渡,尤其是以 IT 技术为内核的智慧农业在其农业产业生态迭代升级过程中发挥了重要作用^[1]。当前,乡村振兴成为中国“三农”工作的重点,产业兴旺是实现乡村振兴的重要基础和前提,推进将传统农业与数字、信息、生物等技术融合的智慧农业发展,既能带来农业生产率的提高,又能催生出更多农业农村新业态新模式,进而加快农业农村现代化发展,为实现乡村振兴筑牢基础。2022 年中央一号文件及“十四五”规划中均明确提出要发展智慧农业,推进数字乡村建设,农业农村部在《“十四五”全国农业农村信息化发展规划》中也将发展智慧农业作为农业农村信息化发展的首要任务。智慧农业成为中国农业现代化的重要方向。

2020 年中国农业生产信息化水平仅为 22.5%^[2],其中大部分为易于推广的信息技术,技术应用单一化,与 2025 年农业信息化率达到 27%^[3]的目标还有一段距离,与 80% 的农场实现农业生产全程数字化的美国差距明显。因此,虽然中国在农业农村现代化发展方面取得了一定成果,但积极探索多元有效的智慧农业发展路径、技术推广方式、资源支持形式、提高自有技术水平依旧十分必要。

收稿日期:2021-12-17。

基金项目:中国农业科学院科技创新工程(ASTIP-IAED-2021-05)。

作者简介:张绮雯(1997—),女,山东临沂人,博士研究生,研究方向:科技创新与发展,E-mail: yuwen_eval@163.com;林青宁(1988—),男,山东淄博人,助理研究员,博士,研究方向:科技创新与发展,E-mail: linqingning@caas.cn。

通信作者:毛世平(1968—),男,研究员,博士生导师,研究方向:技术经济、科技创新研究,E-mail: maoshiping@caas.cn。

目前国内关于智慧农业的研究主要包括智慧农业的意义与底层逻辑^[4]、发展智慧农业的问题与挑战^[5]、智慧农业发展的战略规划^[6]、智慧农业相关技术的创新与应用情况^[7-8]、国外智慧农业发展分析等。立足国内智慧农业发展的相关研究表明：传统农业生产方式导致资源浪费、环境破坏等问题，不利于农业可持续发展，亟须向智慧农业转变，统筹各类新型技术提高农业生产效率，实现中国农业绿色可持续发展^[9-11]。立足国外经验分析的相关研究表明：美国健全的农业信息化建设体系及服务制度是推进其智慧农业发展的重要驱动力^[12-13]；日本立足小农生产实际，广泛普及智慧农业以应对劳动力短缺、农业竞争力弱化等问题，目前日本智慧农业在政策制度、市场资源配置、技术普及和人才培养方面已形成较为成熟稳定的运行机制^[14]；德国、荷兰等地智慧农业发展起步较早，在政策规划、资源分配、技术研发等方面有突出经验^[15-17]。

已有研究为本文提供了基础，但仍存在完善的空间。一方面，当前关于智慧农业的研究中，国内未来展望与国际经验镜鉴的研究多是并行独立的，国内现状与国外经验融合程度相对不足。为此，本文在系统梳理中国智慧农业现状与问题的基础上，基于中国智慧农业的实践，从旨在解决中国智慧农业存在问题视角出发，有针对性地梳理国际经验。另一方面，现有对国际经验镜鉴的文献多是以某个国家为切入点，缺少对智慧农业强国发展逻辑的总结梳理。为此，本文不仅归纳了美国、欧盟等发达国家和地区智慧农业发展经验，还归纳了与中国要素禀赋较为相似的日本智慧农业发展经验，从而总结出不同国家与地区规划智慧农业时相似的底层逻辑，为保障中国智慧农业有序发展提供参考。

1 中国智慧农业发展现状及问题

近年来，智慧农业逐渐成为中国农业产业发展的主要方向，相关政策、技术、创新合作体系、社会参与度等方面得到不断完善与提高。中国智慧农业发展方兴未艾，还存在发展规划不清晰、技术创新不足、信息化建设不充分、人才保障不足等问题。

1.1 中国智慧农业发展现状

1.1.1 智慧农业相关政策与法律逐渐丰富

近年来，中国接连出台多部与智慧农业发展相关的政策规划与法律，智慧农业发展规划不断完善。2022年最新出台的《数字乡村发展行动计划（2022—2025年）》提出到2025年智慧农业取得初步成效，明确未来将优化乡村信息基础建设、构建农业大数据网络，并做出智慧农业技术攻关、增设试点工程、建立创新中心等规划部署。在指导农业信息化、数字化建设方面，出台《国家信息化发展战略纲要》《中共中央国务院关于实施乡村振兴战略的意见》《数字乡村发展战略纲要》等战略规划，《中华人民共和国数据安全法》也于2021年9月1日开始施行，为农业数字化建设指明道路，保护农业数据安全，促进各类农业数据的开放、共享。在农业技术创新合作和团队建设方面，制定《中华人民共和国农业技术推广法》《中华人民共和国促进科技成果转化法》，基本建立了多层次的科研人才队伍以及企业、科研机构、高校等多主体协同合作的创新研发体系^[18]。

1.1.2 智慧农业相关技术不断突破

北斗导航系统、3S技术（遥感技术RS、地理信息系统GIS、全球定位系统GPS）、物联网、大数据、ICT（信息通信技术）、人工智能等数字化技术被越来越多地融合到农业生产和经营管理中。目前，中国在一般性环境类传感器生产、农业遥感技术与无人机应用、智能温室技术、智能灌溉技术、精准施药技术等技术应用领域取得了显著进展。“东方红”“欧豹”“谷神”等越来越多的国产智能化农业机械被投入使用，植保无人驾驶航空器实现产业化，“天空地”数字农业系统也初步建立。

1.1.3 “政产学研”融合的智慧农业技术创新推广体系基本形成

在各级政府的引导下，中国基本形成了政府、企业、科研机构、高等院校等多方组织协同合作的多元创新研发体系。由农业农村部、财政部牵头，各级科研单位组成的国家农业科技创新联盟致力于原始创新、成果转化等重点攻关；科研院所、高等院校、企业共同组建的国家智慧农业科技创新联盟，致力于推进物联网、大数据等智慧农业技术的研究与示范；农业中关村产业联盟由中国农业大学、大北农等机构联合发起，

以政产学研用合作模式，重点攻关农业“卡脖子”技术并吸引重大项目和龙头企业落地。

1.1.4 智慧农业信息化基础设施持续完善

根据中国互联网络信息中心发布的第 47 次《中国互联网络发展状况统计报告》，目前中国农村互联网普及率达到 55.9%，贫困村通光纤比例达 98%，电子商务服务已覆盖全国贫困县^[19]。2014 年起，农业农村部通过建设益农信息社、重点农产品市场信息服务平台以及向农户推广中国农技推广平台，使各类信息加速融入农民的生产生活中，提高农业生产信息化水平^[20]。在畜牧业、渔业渔政、种质资源、农村资产以及农产品追溯方面，建设数字奶业信息服务云平台、水产养殖物联网、中国作物种质资源信息网等大数据平台，数字信息逐渐渗透到农业生产各环节。

1.1.5 智慧农业人才保障不断强化

近年来，教育部与农业农村部、地方政府以及各地高校协力，创新农业人才培养模式，加快交叉学科融合，深化农业专业人才培养供给侧改革，2018 年起批准或备案高校开设智慧农业专业 15 个、农业智能装备工程专业 6 个、智慧牧业科学与工程专业 2 个，为农业农村现代化培养更多高素质综合人才^[21]。同时，中国不断增强农村人才培训，提升农民科学素养，壮大农村实用人才队伍。农业农村部举办农业农村实用人才带头人电子商务专题培训班、农民手机应用技能培训等农村人才培训项目，增强农民互联网意识，提升农民的专业素养。开展农村实用人才带头人和大学生村官示范培训、“全国青年马克思主义者培养工程”农村班等培训，2020 年培育高素质农民 65 万余人次，强化了农业农村智能化、数字化发展的人才保障^[22]。

1.1.6 智慧农业企业参与度逐步提升

近年来，许多企业开始涉足智慧农业。除中粮、北大荒、新希望等农业企业外，阿里、京东、百度等企业也跨界进入智慧农业领域，为智慧农业技术创新增添新活力。京东农场将传感设备与农业生产经营相结合，为农产品种植、加工、销售、仓储与运输提供贯穿整个农产品生产销售环节的智能化综合解决方案，并在四川、内蒙古等地得到广泛使用。阿里云技术帮助农户实现精准种植，阿里云农业大脑可实现蔬菜、水果等农产品种植全过程的数字化、智能化管理，实现精准种植。枣阳桃子依靠阿里云农业大脑精准生产，种植成本降低约 10%^[23]。百度也积极与农业企业合作，将其先进的物联网和数据云平台技术与农业机械融合，提高农业机械无人化生产效率。

1.2 中国智慧农业发展存在的问题

1.2.1 智慧农业全产业链发展规划部署不完善

相关政策与规划越来越多地涉及智慧农业，中国智慧农业正在寻找并将走上适宜的发展道路。然而目前中国指导智慧农业发展的规划不尽完善，导致信息化建设、数据平台建设、技术研发与推广各环节之间缺乏联通，信息化、数字化发展水平不足以承接智慧农业技术的推广应用；各创新主体之间的分工不明，研发项目重叠、研发效率低；研究部门与市场部门之间的链接依然不强，创新成果转化率低等问题。因此，除了指明未来智慧农业发展的总体方针外，还需制定分工明确、目标清晰、系统全面的智慧农业发展规划，指导各主体协同促进中国智慧农业发展。

1.2.2 关键核心技术受制于人

由于智慧农业相关研究运行期限较短，农业传感器、农业物联网生命体感知、人工智能芯片等关键核心技术的研究进展与美国、德国等国家差距较大，一些高端技术类产品依然依靠进口。同时，基础性、原创性研究不足，无法实现国内智慧农业技术自给自足，严重制约了中国智慧农业发展。

1.2.3 创新协作与推广机制仍需健全

虽然各类主体的加入壮大了智慧农业技术创新队伍，丰富了智慧农业发展中的可用资源，但智慧农业全产业链涉及卫星导航、集成电路、传感器、数据平台、无人机等众多细分领域，且未有能够串联整个产业各生产单位的沟通交流协作平台，目前企业研发团队各自为营，与科研机构 and 高等院校之间存在信息不对称情况，进而导致目前研发创新项目重叠，创新效率不高。此外，在市场化推广方面，还未形成一个高效统一的

研发成果转化机制，成果转化率低，科研成果应用的地域差异明显。

1.2.4 农村信息化建设不足以支撑智慧农业技术广泛运用

根据《2021年全国县域农业农村信息化发展水平评价报告》，目前中国农村信息化建设区域差异明显，西部地区农业信息化发展显著弱于中部、东部地区；农业生产信息化水平低，技术应用单一，集成度不高；农村5G基础建设弱于城市，农村宽带用户普及率低，农村信息基础设施难以满足智慧农业发展需求；县域信息化建设资金投入不足，部分地区还未设立相关单位承接信息化建设，84%的县信息化建设财政投入低于全国平均水平，且财政资本与社会资本投入结构区域差异大，社会资本未能充分参与农业信息化建设，还未有成熟稳定的资金链保障农业农村信息化建设。此外，在农业数据资源使用方面，缺乏联通各类农业数据的统一的农业数据资源收集与共享平台，各类涉农数据“孤岛化”现象依然存在，农业数据的开放性、安全性还有待提高。

1.2.5 智慧农业专业人才数量及农户科学素养仍需提升

在专业人才方面，目前，交叉学科建设难度大，且已开设的智慧农业专业培养人才需要时间，第一批智慧农业专业学生将于2025年毕业，短期内专业人才供给不足问题依然存在。在农业经营主体方面，中国超98%的农业经营主体为小农户，“大国小农”是中国基本农情，而当前农业生产者、管理者大多学历不高，年龄较大，对新事物的接受意愿不强，普遍缺乏对于信息化技术的基本认知，同时智慧农业技术、设备价格较高，受限于科学素养和资源基础，大多农户难以成功运用智慧农业技术并从中获取超额利润，农业经营者对新型智慧农业技术不敢用、不会用、用不起，导致中国农业生产信息化率低，中高端智慧农业技术设备推广困难。

1.2.6 智慧农业企业参与度仍需提高

企业是创新的主体，虽然大型互联网企业开始布局智慧农业，但目前许多项目运作还不够成熟，一些企业开展智慧农业项目仅仅是在业务类型中增加智慧农业概念，并未十分关注项目的发展。此外，虽然响应政府号召能够提升企业的社会形象，但智慧农业项目建设周期长，不确定性大，经济效益不佳，许多企业尤其是中小企业未能对涉足智慧农业领域做好充分准备，企业参与度不高。

2 典型发达国家和地区智慧农业发展经验

美国、日本、欧盟等国家和地区经过多年的探索，不约而同地形成了相似的智慧农业发展规划逻辑体系。如图1所示，政府自上而下统筹规划智慧农业发展全局，产学研用合作的技术创新与推广体系促进技术创新与应用迭代升级，农业信息化建设创造承载智慧农业技术的优良环境，重视相关人才培养为智慧农业发展提供全方位人力保障，多元化的金融支持体系为各个环节提供资源保障。

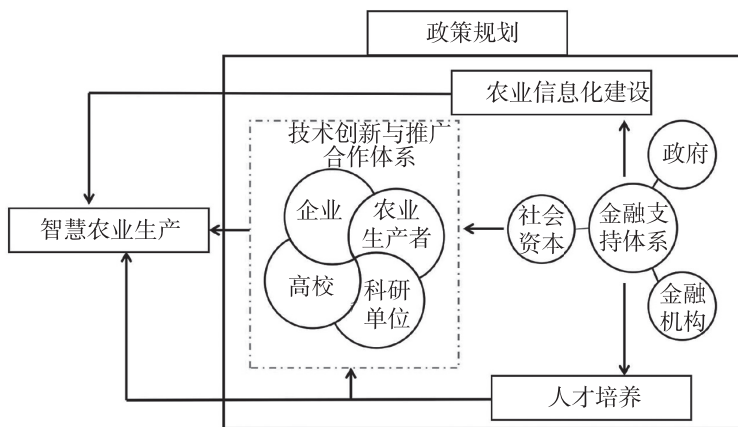


图1 典型发达国家智慧农业发展路径图

2.1 以现代化为核心，不断优化的农业政策体系

经过多年的改革发展，美国、日本、欧盟政府均制定了健全的政策体系为智慧农业的发展提供了有效的

引导与支持。

美国以细化多元的法律文件从农业信贷服务、农业科研教育及推广、农业信息服务以及资源利用保护等多个方面保障了美国智慧农业的稳健发展。自 1933 年出台《农业调整法》以来,已有 100 多部指导农业发展的法律法规,其中《莫里尔法案》《哈奇法案》等法案逐步推进了美国农业创新研究教学、研究与推广三位一体的合作机制的建立,并促成专门负责支持农业技术进步的国立食品和农业研究所(NIFA)的建立,保障农业创新研究顺利高效进行^[24]。

日本也制定《提高农业竞争力扶持法》加强农业生产服务业务的重组,将农资价格合理化,使农民能够负担得起新型技术生产服务,加速智慧农业技术在农业生产中的普及^[25]。此外,2013 年日本内阁成立农林水产业区域活力创造总部,并制定农林渔业区域活力营造计划。该计划设立智慧农业研究会专门规划日本智慧农业的建设路径,推进农业生产智能化和经营管理系统化。

与日本类似,1962 年起欧盟通过共同农业政策(CAP)为联盟各国农业农村发展提供建设指导和资源支持。然而,欧盟共同农业政策更倾向于对欧盟地区智慧农业发展提供资源支持。近年来,在共同农业政策的支持下,欧盟进行了改善农村地区数字基础设施建设的“智慧乡村”行动,推进了农业数字化和智能化发展。

不论是通过法律法规、政策规划引导还是以资源支持为主要抓手来推进和保障智慧农业发展,美国、日本、欧盟均找到了合适的政策手段并将其贯穿在智慧农业建设的全过程,是其能够成功实现农业现代化转型的重要基础。然而,目前中国智慧农业发展过程中各部门之间联通性不强,弱化了智慧农业发展的效率,亟须找出符合国情统筹全局的智慧农业发展规划。

2.2 “政产学研用”耦合互动的农业技术创新与市场化推广体系

在创新研发与合作方面,美国、日本、欧盟均建立了成熟的技术创新与推广合作体系,协同各类组织机构增强国家农业竞争力。

在立法的改进推动之下,美国形成了以赠地大学为核心的创新研发体系。2008 年成立 NIFA,以单一政府机构服务农业研究、教育与推广,领导并资助能够推进农业相关技术进步的的项目,确保科研成果推广并投入到农业生产中。由赠地大学系统与地方政府合作运营的合作推广系统(CES)与 NIFA 合作,在 NIFA 规划的总体目标、资金支持和项目指导的前提下,CES 系统凭借其在全国 3 000 个县或附近区域都设有办事处的影响力,由县级工作者将学校的研发成果带到地方并推广使用,同时依托县级工作者与地方公民团体长期深入合作所建立的信任与沟通基础,使技术使用效果和需求能得到有效反馈^[26]。

不同于美国的通过政府机构组织管理,日本政府组建知识整合和创新领域(FKII)为不同组织创建沟通平台、发展合作伙伴、促成合作,同时设有第三方监督评审机构确保创新协作有效展开^[27]。其中,“产业—学校—政府合作委员会”通过各方成员之间的信息交流,促成在某一研发领域面临类似问题和挑战的成员间的合作,并组成研发平台;在研发平台中成员就其共同的研究主题进行讨论,制定合作研发战略;研究联盟中各方参与者根据研发平台的战略规划共同进行创新项目的研发,研发期间可以依据需求自主通过私人或官方渠道融资。同时,外设的第三方评估委员会定期监督评估部门间的合作进展,保证创新合作有序有效推进。目前,4 047 个研究主体参与 FKII 并交流组成了 175 个研发平台,研究涉及种业、智能农业、新生物材料等领域,并取得了可观的创新研究成果。

类似地,2012 年欧盟委员会发起欧洲农业生产力和可持续性创新伙伴关系(EIP-AGRI),以多个参与者互动创新模式将农民、研究人员、企业、非政府组织等创新团队聚集并建立知识共享、互联合作的网络系统,各地各领域的参与者组成运营小组完成技术、知识、创新与实践的交流合作。该计划已在 27 个成员国实施,2014—2020 年实施了 97 个区域发展计划,形成了 3 200 个运营团队^[28],建立了 34 个不同农业发展主题的专题知识共享网络平台,实现技术使用者和研究者之间的精准联通。

尽管模式有所不同,美国、日本、欧盟都构建了符合国情的智慧农业创新与应用转化系统,在研发与研发、研发与应用之间搭建了有效沟通桥梁。然而,目前中国农业研发单位间项目重叠、研发与市场化推广脱

节现象明显,智慧农业技术创新规划不够清晰,智慧农业技术成果转化机制也还需完善。

2.3 “政府+金融机构+社会资本”三位一体的金融支持体系

各国智慧农业发展均有全面多元的金融支持体系为智慧农业各项工作的推进提供资金支持。

美国依托完善、细化的农业补贴政策 and 农业信贷体系为智慧农业发展提供了坚实的资金后盾。在农场发展方面,美国农业部通过农村商业投资计划(RBIP)、农村微型企业价援助计划(RMAP)、农村合作发展补助金(RCDG)等商业计划和融资贷款项目,与金融机构和社会组织共同为农户、合作社、农村企业等提供资金、技术援助和发展指导。此外,无法获得商业信贷的农场主和牧场主,可以通过农场服务局(FSA)提供的FAS贷款获取资金改进农场。此外,美国援助计划技术援助投资计划(ARPTAI)为对农户提供技术援助与服务的机构提供资金支持,教育和劳动力发展计划(EWD)支持保障农户、高校学生在农业生产经营、研发、推广等方面的教育活动。美国农业部还设立如国家食品与农业科学教学推广与研究奖(TERA)表彰并激励院校在食品和农业科学领域的教学、推广和研究方面的卓越表现。

欧盟认为联盟层面投资于研究创新将吸引超十倍的社会资本也投入其中,加速欧盟数字化转型^[29]。2014—2020年,欧盟“地平线2020计划”(Horizon2020)通过联盟内各方组织机构的通力合作,促使超2亿欧元被用于欧盟农业部门的数字化研究创新,大量合作研发项目被资助并得以开展。在该计划支持下,建立了IoF2020、DEMETER和ATLAS3个农业数字化服务平台,以及1个数字创新互联和知识共享网络SmartAgriHub,促进物联网、传感器、数字化解决方案等智能农业技术的使用和创新;成立了支持农业机械人的研发和商业化推广的AgRoBoFood项目,为相关项目研发与推广提供平台,并搭建投融资桥梁。另外,“地平线欧洲计划”(Horizon Europe)将承接“地平线2020计划”在2021—2027年增加30%的预算投入继续支持创新合作,并资助成立欧洲创新委员会(EIC)为个人、研究机构 and 企业的创新提供资金、技术、咨询和创新支持服务,如协助团队找寻合作伙伴^[30]。

美国农业融资计划从农场发展、农民教育、技术研发与推广等方面全方位支撑智慧农业发展,欧盟以政府引导吸引社会多方资源的方式为欧盟智慧农业提供资金支持,多元的融资渠道与形式保障国家及地区智慧农业有序发展。目前中国智慧农业资金投入不足,未能充分引导社会资本投入其中,仍需探索有效途径扩大各地智慧农业资金池。

2.4 智慧农业信息化基础设施不断优化

在智慧农业建设过程中,农业信息化建设是智慧农业技术普及的基础和保障。美国农业部估计数字农业技术的全面普及每年至少可以为美国创造470亿美元的经济收益,而这其中1/3的经济增长归因于完善的农村互联网建设。几十年来,美国农业部持续投资农村电信基础设施建设,2018年推出的旨在在全美扩展普及高速宽带基础设施的ReConnect计划已投资超10亿美元^[31]。美国联邦通信委员会联合美国农业部成立美国精准农业连通性和技术需求审查工作组,用来收集农民、牧场主和宽带提供商关于农场生产信息化建设的需求和建设,保证基础设施建设满足农业生产需要。

此外,支持各类农业数据互联开放,营造高效透明的农业信息数据使用环境。日本为解决农业信息通信技术(ICT)复杂、繁多的问题,提高农业信息数据使用效率,建立农业数据协作平台(WAGRI)^[32],收集并提供各种公共数据(如土壤信息、天气、市场状况等)和私营公司的各种商业数据,使农机企业和ICT供应商可以通过WAGRI数据和服务开发新的农业服务,农户可以根据需求选择相应的农机和ICT服务。WAGRI连接各方并形成循环可持续的数据协作体系,引导企业依照生产应用需求更新升级智慧农业服务,使农户做出更精准的生产决策。未来,日本计划将WAGRI延伸为贯穿农产品生产、加工、运输和销售的农业全产业链智能食物链系统,根据更加完善的消费者需求和市场情况,进行更精准的农产品生产计划制定、运输和销售。

多年来,美国、日本持续提高农村信息化基础设施建设,了解农业生产信息基础设施需求,提供精准的服务升级,建立全面、公开的农业数据平台促进数据要素赋能农业生产。虽然中国信息基础设施普及建设完成较好,5G建设基本完成,但在运营与服务方面还有很大优化空间,现有设施难以支撑,智慧农业技术使

用问题亟须解决。另外, 中国农业数据协作工作还需继续推进, 农业数据的开放性与联通性仍需提高。

2.5 吸纳农业人才新活力与支援已有农户双管齐下的智慧农业人才供给体系

智慧农业发展面临农业生产劳动力短缺以及老龄化问题。一方面, 加大对鼓励年轻人参与农业经营的资金支持力度, 激励和支持青中年参与农业经营。日本政府设立农业下一代人力资源投资基金为新农民提供耕前培训支援资金和养殖后立即建立管理支援资金, 青年农业基金以无息贷款的形式支持其在农业生产的设备、机器、土地、牲畜、新品种等方面的经营管理消费。类似地, 欧盟青年人口可以通过青年农民付款 (YFP) 的形式从欧盟收入支持中获得参与农业经营的资金支持^[33]。在欧盟农村发展计划下, 2019 年欧洲投资银行 (EIB) 为年轻农民推出 10 亿欧元贷款计划, 支持年轻人参与农业生产。

另一方面, 重视农业教育培训。日本建立全国新型农业咨询中心, 为新农民提供农业经验参考、农业培训以及农业咨询等在线服务, 使新农民能够快速便捷地获取相关咨询与指导。该平台还为对农业感兴趣的人提供在农业企业的短期工作机会, 使其体验农业企业涉及的农业生产、加工和销售等多类工作, 实地了解农业经营的具体内容并明确认识其是否适合成为新农业经营者。在农业教育机构建设方面, 日本成立了约 300 所农业高中, 在 42 个都道府县设立农学院作为培养农业管理干部的核心机构。此外, 日本专门对智慧农业知识的教育做出规划。例如, 面向全国农业大学、农业高中的学生和农业从业者推出线上共同课程, 线下参观参与智慧农业示范项目体验, 使学生直观了解智慧农业, 激发学生兴趣。欧盟国家也同样重视农业劳动力教育培训, 除了在学校设立农业相关课程外, 德国农业教育还包括在职培训和继续教育, 旨在提高农业从业者的学历水平和技术实力。

除了大力培养高素质的未来农业经营者, 提高现有农户的新技术使用率也是解决人才不足问题的重要方向。为了引导农户广泛使用智慧农业技术, 欧盟 SMART-AKIS 网络围绕农户需求, 搭建农户与农业技术创新团队、供应商之间的交易与沟通桥梁, 致力于提供农户需要, 特别是符合不同规模农场需求的智慧农业技术。德国 SMART-AKIS 项目中心组织区域创新研讨会 (RIW), 通过沟通了解经营不同规模农场的农户对应用智慧农业技术的评价与需求, 调整技术供给, 解决小农户使用少的问题。目前 SMART-AKIS 已展示和评估了 200 种智能农业解决方案, 50 余种智能农业解决方案已被农户投入使用^[34]。为提高农户生产经营能力, 除提供技术指导外, 美国 NIFA 还围绕财务与风险管理、公共政策对农户生产经营的影响等方面对农户进行培训, 全面提升农户的管理决策能力。

中国目前在教育培训方面虽有规划, 但与日本和欧盟相比还不够成熟, 在培养学生务农兴趣、相关学科丰富度以及实践机会等方面还需加强。同时, 现有农户培训以提高农户科学素养来提高农户对新技术的认可度, 但农业经营者对智慧农业技术的使用意愿和看法未得到充分重视, 现有措施未能区分“认可新技术”和“愿意使用新技术”的差异。

2.6 企业成为推动智慧农业发展的重要力量

在政府的大力支持下, 美国传统农业生物技术企业通过与农业科技企业合作, 将新型科学技术与农业生物技术有机结合, 促进农业生产精准化, 提高农业生产效益。孟山都收购农业数据科学公司 (气候集团), 将其擅长的气候信息预测技术应用于农业生产中, 为客户提供农业信息化服务。美国精准农业技术服务类企业也达到了较高的市场化程度。John Deere 公司于 2012 年推出了“绿色之星”精准农业系统, 该系统将全球定位与地理信息系统和物联网融合应用于农业生产, 且在大农场中的市场占有率超过 60%。此外, MySmartFarm、FarmLogs 和 CropX 等专注于农业智能化生产管理的企业, 为农户提供了多元的智慧农业管理解决方案, 助推美国智慧农业发展。

德国、意大利、法国等国家的农业企业在推进其智慧农业建设上也做出了大量贡献。德国农牧业设备制造商 CLAAS 成立 E-Systems 子公司, 将 IT 技术和农业机械交叉领域的研究创新独立于传统的机械制造业务, 专注为农业生产提供“精准农业”解决方案。CLAAS 还联合 365FarmNet、John Deere 和 CNH Industrial 等农业机械制造商和软件供应商开发 DataConnect 数据云平台, 实现单一云服务平台联通各个品牌农业机械服务平台的云到云农业数据管理模式, 使农场管理更加便捷高效。意大利 CNH Industrial 公司也通

过收购美国农业技术公司 Raven Industries 的方式，加深数字化技术与其农业设备的融合。法国 KUHN 公司多年来的创新研究为农机行业创造了 2 000 多项国际专利，为农业实践提供更丰富的创新解决方案。

在日本政府的规划下，日本企业积极配合政府规划，为日本发展智慧农业提供支持。Agrilook 平台将 WAGRI 上的天气数据、卫星图像和 VisionTech 公司的生长预测模型联系起来，使农户可以进行包括施肥和害虫防治在内的精细的农业生产管理。日本大型信息技术企业 NEC 推出的“NEC 农业指导支持系统”利用 WAGRI 提供的地块、农药和天气预测等信息，使农户可以清晰掌握生产进度、农药使用情况并获取每个地块的作物生长情况。

在政府的主导支持下，美国、日本、欧盟的企业对其所在国家的智慧农业技术创新与推广做出了重要贡献，丰富了其所在国家智慧农业技术业态的形态，是推进智慧农业建设的重要力量。目前，中国智慧农业在技术创新与应用、信息化基础设施建设、数据共享与协作等方面存在制约发展的难题等待解决，而企业作为创新主体仍需提高其在智慧农业项目中的参与度，为智慧农业发展注入更多活力。

3 推进中国智慧农业发展的对策建议

基于中国智慧农业发展的规划不完善、技术创新能力不足、智慧农业信息化基础设施建设不充分等问题，结合美国、日本、欧盟等发达国家和地区多年来的发展逻辑与有效措施，就如何应对目前制约中国智慧农业发展的的问题，保障中国智慧农业健康发展提出以下建议。

3.1 完善智慧农业发展规划，保障智慧农业有序发展

完善、清晰的政策规划是保证智慧农业健康发展的根本。应加快完善符合中国国情的智慧农业发展规划，细化在技术研发、应用推广、人才培养、农业信息化建设等方面的目标与规划，统筹管理相关项目的建设进度，强化农业部门与其他相关部门间的连通性。立足国情，对小农经营主体、国有农垦系统以及大中型农业企业制定差异化指导方案，充分考虑传统小农户在学习、接受新技术上的困难与局限，由浅入深逐步在小农户生产中注入智慧农业思维。

3.2 优化技术创新与推广体系，提高技术创新及推广效率

创新研究和研究成果推广与转化两个环节的高效联通能够加速智慧农业技术的使用，同时使新技术的研发贴合市场需求。在创新研究方面，应制定清晰的技术攻关目标规划，指导各创新研究部门有序开展创新研究。明确科研机构责任，规划基础性科研项目由科研机构承接，放开应用型科研项目，主要由企业承接，厘清科研机构与企业间的关系，优化农业科技创新生态。在研究成果推广与转化方面，促成以农户需求为主导的合作推广体系，地方政府与地方农民专业合作社定期沟通，增强企业、科研机构和农民之间的沟通，有效联通技术供需双方，了解农户需求，精准研发推广智慧农业技术。

3.3 拓展资金支持规模与融资渠道，夯实智慧农业资金基础

加大对企业开展智慧农业研究的补贴力度，扩大中小企业创新基金规模，鼓励商业银行推出差异化融资项目服务涉足智慧农业领域不同规模的企业。建立智慧农业创新融资平台，便于社会资本直接投资相关创新研发项目。地方政府发挥资源配置作用，建立智慧农业发展基金，引导并扩大社会资本投入，优化智慧农业资金投入结构。对于积极参与农业生产经营智慧化转型的农户，除农机装备补贴外，加大对于其在使用智慧农业技术方面投入的补贴力度，减少农户经营成本。

3.4 巩固提升智慧农业信息化建设水平，保障智慧农业技术落地

地方政府增加对于优化互联网服务的财政支持，健全县域信息化建设行政单位设置，分派乡村信息服务优化小组实地调研了解地方实际问题与需求，与农业技术专家、供应商合作，了解智慧农业技术对乡村信息化基础设施的具体需求，改善农村信息化建设水平，尽快为智慧农业技术的全面普及创造基本硬件条件。另外，政府主导协调智慧农业技术服务企业共建农业数据协作平台，为农户提供广泛的气候、市场、技术等数据信息，公开透明农业基本信息与技术信息，深化数据要素在农业生产中的使用。

3.5 改善智慧农业人才结构, 夯实智慧农业人才保障

纵向深入农户需求并展开多元培训, 提高农户科学素养及其对新技术的认可度。探索开展面向农户的商业与财务管理培训, 提高农户经营管理能力。以县为单位, 调研了解未使用智慧农业技术的农户对新技术的评价, 以及正在使用智慧农业技术的农户的技术使用情况和感受, 整理问题并组织相关专家、技术供应商一同讨论解决智慧农业技术的使用及推广问题。横向拓展激励青少年人才涉农, 鼓励青年, 尤其是信息技术、生物技术、农业等相关专业人才在智慧农业领域就业创业, 并为其提供资金补助、专家咨询等帮助, 并设立激励机制。例如, 为成功推进智慧农业技术普及的青年提供入编机会; 在中小学设立智慧农业知识普及选修课, 以线上课程结合线下实地参观的方式, 激发青少年对智慧农业的兴趣, 培养未来潜在的智慧农业人才。

3.6 深化企业智慧农业参与度, 增强智慧农业发展活力

政府应加强对于互联网、农业、制造业等各类企业参与智慧农业建设的政策与资金支持, 简化政企合作的审批流程, 提高智慧农业项目的开放性, 设立企业涉农专项基金, 广泛吸引社会力量参与智慧农业建设。重视中小企业的创新能力, 各级政府不局限于对其提供政策便利和资金支持, 也应协助中小企业解决其在寻找合作伙伴、统筹资源等方面面临的问题, 保障中小企业健康发展。加强智慧农业相关宣传力度, 依托电视、广播、自媒体等传播媒介, 加深社会对于智慧农业的了解和认识。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 农业农村部市场与信息化司. 2021 全国县域农业农村信息化发展水平评价报告 [R/OL]. (2021-12-21) [2022-04-02]. http://www.agri.cn/V20/ztlz_1/szync/ltbg/202112/P020211220311961420836.pdf.
- [3] 农业农村部市场与信息化司. 发展智慧农业、建设数字乡村, 以信息化引领驱动农业农村现代化: 农业农村部市场与信息化司负责人就《“十四五”全国农业农村信息化发展规划》答记者问 [EB/OL]. (2022-03-09) [2022-04-14]. http://www.scs.moa.gov.cn/gzdt/202203/t20220309_6391341.htm.
- [4] 殷浩栋, 霍鹏, 肖荣美, 等. 智慧农业发展的底层逻辑、现实约束与突破路径 [J]. 改革, 2021 (11): 95-103.
- [5] 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.
- [6] 赵春江, 李瑾, 冯献. 面向 2035 年智慧农业发展战略研究 [J]. 中国工程科学, 2021, 23 (4): 1-9.
- [7] 罗锡文, 廖娟, 胡炼, 等. 我国智能农机的研究进展与无人农场的实践 [J]. 华南农业大学学报, 2021, 42 (6): 8-17.
- [8] 陈鹏飞, 马啸. 作物种植行自动检测研究现状与趋势 [J]. 中国农业科学, 2021, 54 (13): 2737-2745.
- [9] 胡亚兰, 张荣. 我国智慧农业的运营模式、问题与战略对策 [J]. 经济体制改革, 2017 (4): 70-76.
- [10] 侯秀芳, 王栋. 新时代下我国“智慧农业”的发展路径选择 [J]. 宏观经济管理, 2017 (12): 64-68.
- [11] 刘远彬, 丁中海, 孙平, 等. 两型社会建设与智慧产业发展研究 [J]. 生态经济, 2012 (11): 133-135.
- [12] 刘丽伟. 美国农业信息化促进农业经济发展方式转变的路径研究与启示 [J]. 农业经济, 2012 (7): 40-43.
- [13] 陈雪, 毛世平, 马红坤. 耦合视角下生产性服务业与智慧农业发展的研究: 基于美国的经验与启示 [J]. 农业现代化研究, 2021, 42 (4): 610-618.
- [14] 马红坤, 毛世平, 陈雪. 小农生产条件下智慧农业发展的路径选择: 基于中日两国的比较分析 [J]. 农业经济问题, 2020 (12): 87-98.
- [15] 郭永田. 充分利用信息技术推动现代农业发展: 澳大利亚农业信息化及其对我国的启示 [J]. 华中农业大学学报 (社会科学版), 2016 (2): 1-8, 134.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] 陈天金, 任育锋, 柯小华. 中国与欧美农业科技创新体系对比研究 [J]. 中国农业科技导报, 2020, 22 (11): 1-10.
- [19] 中共中央网络安全和信息化委员会办公室. 第 47 次《中国互联网络发展状况统计报告》(全文) [EB/OL]. (2021-02-03) [2021-11-20]. http://www.cac.gov.cn/2021-02/03/c_1613923423079314.htm.
- [20] 农业农村部市场与信息化司. 对十三届全国人大四次会议第 4253 号建议答复的摘要 [EB/OL]. (2021-09-03) [2021-12-02]. http://www.moa.gov.cn/govpublic/SCYJXXS/202109/t20210903_6375594.htm.
- [21] 中华人民共和国教育部. 关于政协第十三届全国委员会第四次会议第 4514 号 (教育类 496 号) 提案答复的函 [EB/OL]. (2021-

- 09-28) [2021-11-20]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/xxgk_jyta/jyta_gaojiaosi/202110/t20211021_574061.html.
- [22] 中华人民共和国农业农村部. 对十三届全国人大四次会议第 5086 号建议的答复 [EB/OL]. (2021-07-19) [2022-04-14]. http://www.moa.gov.cn/govpublic/RSLDS/202107/t20210719_6372135.htm.
- [23] 阿里巴巴集团. 聚划算启动“聚土地计划” [EB/OL]. (2019-07-22) [2022-04-14]. <https://www.alibabagroup.com/cn/news/article?news=p190722>.
- [24] NIFA. History | national institute of food and agriculture [EB/OL]. (2019-02-04) [2021-11-20]. <https://nifa.usda.gov/history>.
- [25] 农林水産省. 農業競争力強化支援法 [EB/OL]. (2017-05-19) [2021-11-24]. https://www.maff.go.jp/j/kanbo/nougyo_kyousou_ryoku/sienhou/index.html.
- [26] Cooperative Extension System. National institute of food and agriculture [EB/OL]. [2022-04-06]. <https://nifa.usda.gov/about-nifa/how-we-work/extension/cooperative-extension-system>.
- [27] MAFF. “Field for knowledge integration and innovation” organization and evolution since fiscal year 2016 (brochure) [R/OL]. (2016-04-15) [2021-11-20]. https://www.maff.go.jp/e/policies/tech_res/field.html.
- [28] DÉTANG-DESSENDRE C, GEERLING-EIFF F, GUYOMARD H, et al. EU agriculture and innovation; what role for the CAP? [R]. France; INRA & WUR, 2018.
- [29] European Commission. Strategic plan 2020-2024: Research and Innovation [R/OL]. (2020-11-19) [2021-11-20]. https://ec.europa.eu/info/publications/strategic-plan-2020-2024-research-and-innovation_en.
- [30] Directorate-General for Research and Innovation (European Commission). Horizon Europe, budget -publications office of the EU [R/OL]. (2021-05-04) [2021-11-20]. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1f107d76-acbe-11eb-9767-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-search#>.
- [31] Federal Ministry of Food and Agriculture. Universal broadband coverage - also in rural areas [EB/OL]. (2019-11-25) [2021-12-03]. <https://www.bmel.de/EN/topics/rural-regions/digitalisation-rural-areas/broadband-strategy.html>.
- [32] MAFF. Agricultural data collaboration platform WAGRI [R/OL]. (2021-09-14) [2021-11-20]. https://www.maff.go.jp/e/policies/tech_res/smaagri/attach/pdf/robot-3.pdf.
- [33] FEDERICO E D. EAFRD projects brochure “Youth and Generational Renewal” [EB/OL]. (2019-04-04) [2021-11-20]. https://enrd.ec.europa.eu/publications/eafrd-projects-brochure-youth-and-generational-renewal_en.
- [34] Smart AKIS. Smart AKIS [EB/OL]. (2016-10-29) [2021-11-20]. <https://www.smart-akis.com/index.php/network/smart-akis/>.

Exploring the Path of China's Smart Agriculture Under an International Perspective

ZHANG Yiwen LIN Qingning MAO Shiping

Abstract: Smart agriculture is the most important way to help China achieve its high-quality agricultural development. Nowadays, the construction of smart agriculture in China has made preliminary progress, but there are still some problems restricting its development, such as imperfect policy planning, the shortage of self-control technology, insufficient enterprise participation, insufficient information construction and so on. However, the development of smart agriculture in the United States, Japan and Europe is comparatively perfect. They have formulated sustainable and detailed plans, in terms of the innovation and application, capital investment, talent training, etc., to support its smart agriculture development comprehensively. They have formed the agricultural data collaboration platform for the entire industry chain (such as WAGRI), the efficient and sustainable industry-university-research collaborative innovation network (such as EIP-AGRI), detailed and diversified financial support system. Meanwhile, enterprises have already become the main force of their smart agriculture development. Combined with the current development status and problems of smart agriculture in China, this paper summarized and analyzed the logic and the typical experience of developed countries and regions such as the United States, Japan and Europe in the process of developing smart agriculture, then proposed paths and methods of solving existing problems.

Keywords: Smart Agriculture; Development Status; International Experience.

世界大豆贸易网络格局演变及影响机制研究

◆ 和聪贤

(江西师范大学苏区振兴研究院 南昌 330022)

摘要: 本文基于 1996—2019 年世界大豆双边贸易数据,运用社会网络分析法,依据“整体—区域—国家”的逻辑顺序,分析大豆贸易网络时空演变特征,并采用 ERGM 探究其内在机制。研究表明:①大豆贸易网络呈动态演变特征。宏观层面,网络规模扩张,出入度中心势差距缩小,呈现“小世界”特征;中观层面,网络存在“富人俱乐部”现象,经历了“离散少核—多核集聚—两极分化”格局,且异质性较强;微观层面,出入度大国较固定,点强度大国在空间上错位分布。②大豆贸易网络演变机制包括自组织结构、行动者属性与外生网络等,而自组织结构机制表现为互惠性效应、偏好连接效应、循环闭合效应。③互惠性、扩张性、循环闭合性均显著影响贸易网络演变,且影响程度有增强趋势。

关键词: 大豆贸易;贸易网络;社会网络分析;ERGM

DOI: 10.13856/j.cn11-1097/s.2022.08.003

大豆在中国食物系统中占据着重要地位。作为大豆的原产国,中国曾是大豆主产国和净出口国,但目前却是世界大豆第一大消费国和进口国。大豆产业对中国农业发展与食物系统安全均具有特殊意义,因此党中央高度重视国内大豆的有效供给。2002 年年初,农业部制定并实施了“大豆振兴发展计划”,时隔十七年,“大豆振兴计划”于 2019 年再次被提出,并首次写入中央一号文件。2021 年 12 月,中央农村工作会议提出“大力扩大大豆和油料生产”;2022 年 2 月,中央一号文件再次强调“大力实施大豆和油料产能提升工程”。

目前,国内大豆供需失衡,对外依存度较高。以 2020 年为例,国内大豆播种面积为 1.48 亿亩^①,总产量为 1 759 万吨,仅占国内消费量的 15.18%。如果大豆全部由国内自给,就要用 48.2% 的耕地面积来种植大豆,那么小麦和水稻等口粮的绝对安全必然会受到威胁。所以,巨大的供需缺口只能通过大量进口来弥补。2011 年以来,中国大豆进口依存度一直保持在 80% 以上,2019 年高达 90%。同时,世界市场上 60% 的大豆流向了中国市场。其中,美国、巴西、阿根廷是中国前三大大豆进口来源国,进口数量占国内

收稿日期:2022-01-26。

基金项目:江西省科技厅管理科学项目“江西省加快农业高新技术产业发展的对策研究”(20212BAA10020),江西省 2021 年度研究生创新专项资金项目“中国粮食种子贸易风险对粮食供给安全水平影响研究”(YC2021-B110)。

作者简介:和聪贤(1990—),女,山西孝义人,博士,中级,研究方向:粮食安全、粮食贸易网络,E-mail:523628284@qq.com

①1 亩=1/15 公顷。

进口市场总额的 90% 以上。2013 年之前, 美国一直是中国大豆的最大进口来源国, 但之后巴西对中国的出口量反超美国, 并一举成为世界大豆出口第一大国。因此, 中国作为大豆贸易的重要参与者, 直接影响着世界大豆贸易格局。

从全球来看, 大多数国家都已参与全球贸易大循环中。由于世界各地气候、劳动力、耕地等资源禀赋差异较大, 农产品供需具有空间偏离特征, 贸易手段已成为平衡供需的必要措施。大豆作为重要农产品, 其贸易自由化程度较高。据美国农业部 (USDA) 报告统计, 1992—2021 年, 全球大豆产量年均增速为 7.89%, 而贸易量年均增速为 16.47%。因此, 大豆贸易已成为调节国际粮食供求关系和影响国家粮食安全的重要因素。

大豆属于“土地密集型”产品, 通过参与国际贸易满足国内需求是中国农业发展现实的必然。然而, 大豆贸易网络格局不断变化, 决定网络格局演变的因素不仅包括国家属性、地理因素及经济环境, 网络内部格局也会加速大豆贸易网络格局的重构。为此, 本文基于世界大豆双边贸易数据, 构建 1996—2019 年动态贸易网络, 从社会网络学视角对其整体特征、空间映像等方面进行可视化分析, 识别网络中的重要枢纽节点, 并运用指数随机图模型 (ERGM) 着重探究贸易网络形成与演变的内在机制, 以期为增强中国重要农产品保障能力和维护国家粮食安全提供理论支撑与决策参考。

1 文献回顾

关于大豆贸易的研究多运用定性和简单数理统计方法, 从贸易总量、地理分布、时空变化特征等方面分析^[1]。尹小刚和陈阜运用线性回归模型和优势指数分析得出, 全球大豆生产进一步向南美洲和北美洲集中, 美国、巴西和阿根廷大豆具有明显的规模及单产优势^[2]。卞靖认为中国大豆的进口已成为影响全球粮食贸易格局的新力量, 且大豆等大宗农产品的贸易格局将随中国需求的变化而调整^[3]。

21 世纪以来, 社会网络理论研究取得突破性进展, 探究贸易格局特征已成为新趋势。以 Wilhite^[4]、Serrano 和 Vespiqani^[5] 为代表的学者, 掀起了国际贸易网络研究的浪潮。目前, 国内学者采用社会网络分析法研究贸易系统的演化规律, 可分为产品 (产业) 的贸易网络与区域的贸易网络。部分学者以某一类产品或产业作为研究的切入点, 如能源矿产业、高端制造业等, 而对于农产品尤其是大豆贸易网络的研究较少。现有文献多以农产品整体贸易网络作为研究对象^[6], 刻画农产品贸易网络特征及演变规律。部分学者则侧重研究区域贸易网络, 如“一带一路”沿线国家农产品贸易网络特征及国家地位^[7]。仅有少数学者运用社会网络分析法, 对大豆贸易总体网络、国别关系和国别地位特征进行分析^[8]。

贸易网络形成及演变的动力包括外生机制与内生机制^[9]。较早时期, 学者多通过构建贸易引力模型进行实证分析^[10]。之后, 为解决变量之间可能存在着自相关性, 部分学者运用社会网络分析中二次指派程序 (QAP) 的算法, 将属性数据转化为关系型数据进行研究^[7]。尽管 QAP 方法可以突破普通最小二乘法 (OLS) 独立假设的约束, 估计结果更加科学, 但它却忽略了网络中关系之间的依赖性。ERGM 相对于以上方法, 假定网络关系的形成与演变取决于其他关系, 刻画外生因素与自组织结构同时对贸易网络的作用路径。仅有少数学者运用 ERGM 方法研究贸易网络形成与发展的内生机制。其中, 牛华等以“一带一路”国家为研究对象, 分析服务业产业的区域贸易关系特征及形成机制^[11]。刘林青和闫小斐则以粮食贸易网络为研究对象, 基于 1995—2018 年世界 125 个主要经济体的双边贸易数据, 探索粮食贸易网络的特征及影响机制^[12]。综上所述, 运用 ERGM 研究某具体种类的农产品贸易网络形成机制的文献不多见, 尤其针对自组织结构机制的研究更为鲜有。

对比现有研究, 本文的边际贡献在于: 一是基于 1996—2019 年世界大豆双边贸易数据, 运用社会网络分析方法, 依据“整体—区域—国家”的逻辑顺序, 刻画大豆贸易网络时空演变特征, 识别贸易网络中的“枢纽”节点; 二是厘清影响大豆贸易网络演变的自组织结构、行动者属性及外生网络机制, 运用 ERGM 重点考察与验证自组织结构对大豆贸易网络的作用机理。因此, 本文通过阐明大豆贸易网络的演

变特征,挖掘其背后的影响机制,以期为研究传统贸易问题提供新思路,为中国大豆贸易可持续发展探索新路径。

2 世界大豆贸易网络格局演变特征

2.1 网络模型构建及数据来源

运用社会网络分析法,将参与大豆贸易活动的经济体作为网络“节点”,经济体间贸易关系作为“边”,即可构建出大豆贸易网络系统,以 $G = (V, S, A, W)$ 来表示,其中, $V = (v_1, v_2, \dots, v_n)$ 表示世界大豆贸易的参与者, $S = (s_{ij})$ 表示贸易关系,邻接矩阵 $A = \{a_{ij}\}$ 表示世界大豆贸易无权网络,权重矩阵 $W = \{w_{ij}\}$ 表示世界大豆贸易加权网络。当参与者之间有贸易往来即 $w_{ij} > 0$,则 $a_{ij} = 1$;当两国无贸易往来即 $w_{ij} = 0$,则 $a_{ij} = 0$ 。总之,无权网络描述贸易国之间是否存在贸易关系及整体网络特征,而加权网络则侧重刻画贸易国之间的关系强度及个体网特征。

原始数据来源于法国国际经济研究中心(CEPII)数据库中HS96编码下的大豆(HS1201-Soya beans)双边贸易数据。基于数据可获得性及时效性,将研究窗口确定为1996—2019年。

2.2 世界大豆贸易网络拓扑结构动态特征

将1996—2019年世界大豆双边贸易数据进行二值化及矩阵化处理,构建无权贸易网络,测算能够反映整体网特征的关键指标值,并运用可视化工具展现其拓扑结构特征。

2.2.1 网络规模持续扩张

1996—2019年,世界大豆贸易网络规模呈持续扩张趋势,参与国数量增加,贸易关系日益密切。网络节点增加了79个,网络边数增加了2.19倍,网络密度增长了9.69%。由此可见,世界大豆贸易网络规模不断扩张,贸易往来更为频繁。利用NetDraw软件,将贸易网络中节点度数的阈值设置为大于20,绘制1996年和2019年的世界大豆贸易网络拓扑结构图(图1)。随时间推移,大豆贸易网络中节点度数大于20的国家数量明显增加。相对1996年,2019年的节点度数大于20的国家数量翻了一番,说明节点间的关联性不断加强,贸易关系更加活跃。

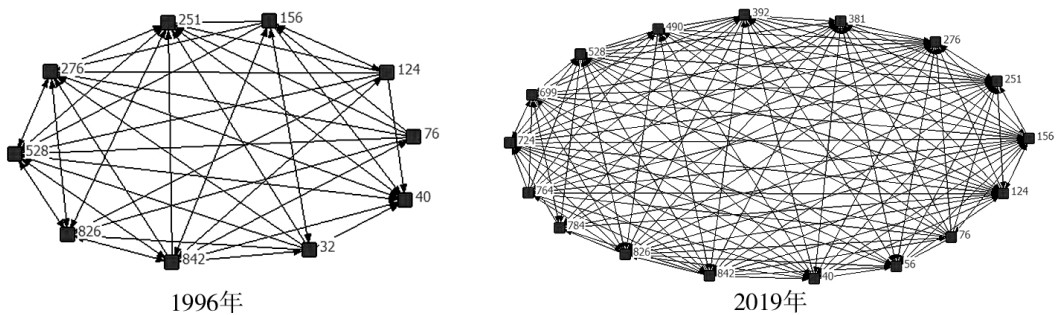


图1 1996年和2019年节点度数大于20的世界大豆贸易网络拓扑结构

2.2.2 出入度中心势差距缩小

大豆出口国有分散趋势,而进口国却更加集中。中心势表示整体网的集聚趋势,该值越大说明网络集中度越高,少数节点掌握较多贸易资源。网络整体中心势的计算公式: $P_K = P(k \geq K) = \sum_{k=K}^{k_{\max}} p(k)$ 。其中, k_{\max} 为最大的度。由表1可知,1996—2019年,大豆贸易网络出入度中心势呈波动趋势,且出度中心势指数整体大于入度中心势指数。在此期间,出度中心势指数由0.5211下降至0.4727,入度中心势指数则由0.1640上升至0.2371。由此可知,大豆出口网络显现出去中心化趋势,而进口网络的中心化趋势则明显增强。

表 1 1996—2019 年世界大豆贸易网络出入度中心势指数

年份	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
出度中心势	0.521 1	0.499 0	0.537 4	0.494 3	0.446 1	0.494 8	0.539 2	0.462 4	0.412 6	0.450 0	0.465 5	0.397 7
入度中心势	0.164 0	0.154 7	0.123 4	0.173 2	0.128 9	0.125 7	0.123 1	0.112 1	0.135 1	0.139 0	0.142 5	0.160 2
年份	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
出度中心势	0.428 0	0.441 7	0.452 2	0.488 4	0.454 4	0.428 2	0.446 9	0.446 5	0.441 7	0.460 6	0.505 8	0.472 7
入度中心势	0.137 9	0.193 1	0.139 0	0.149 1	0.167 0	0.176 7	0.166 2	0.178 4	0.210 9	0.193 2	0.214 2	0.237 1

2.2.3 “小世界”现象突出

世界大豆贸易网络表现出“小世界”特征，各国之间的合作难度变小。一般地，运用聚类系数与平均路径长度刻画“小世界”特征。聚类系数是指网络所有节点对应的个体网密度系数的均值，计算公式为： $\langle C \rangle = \frac{1}{N} \sum_j C_i$ 。平均路径长度表示网络中任意两个节点间最短路径长度的平均值。由表 2 可知，1996—2019 年，世界大豆贸易网络的聚类系数在 0.40 上下小幅波动，且有上升趋势；平均路径长度在 2.63~3.10 浮动，说明任意两国发生贸易联系需要 2.86 步左右的距离，且平均路径长度有变短趋势，网络可达性逐步增强。

表 2 1996—2019 年世界大豆贸易网络聚类系数及平均路径长度

年份	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
聚类系数	0.425 7	0.401 9	0.414 5	0.372 8	0.366 5	0.405 3	0.433 6	0.394 2	0.382 4	0.378 9	0.415 8	0.392 2
平均路径长度	2.863 1	3.097 3	3.005 6	2.971 4	3.066 6	3.075 9	3.005 6	2.972 3	2.871 7	2.921 9	2.934 7	2.928 5
年份	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
聚类系数	0.395 0	0.413 0	0.407 0	0.396 8	0.407 4	0.396 7	0.400 1	0.424 4	0.413 3	0.426 9	0.449 1	0.474 8
平均路径长度	2.847 2	2.847 0	2.752 9	2.802 9	2.722 0	2.634 9	2.775	2.632 6	2.689 5	2.665 1	2.695 9	2.531 5

2.3 世界大豆贸易网络空间布局特征

2.3.1 贸易空间分布不均衡

由图 2 可知，1996—2019 年的大豆贸易网络参与国中心度核密度分布图特点鲜明。为方便观察，将 1996 年、2000 年、2004 年、2008 年、2012 年、2016 年及 2019 年的核密度图汇报如下。

世界大豆贸易地区分布较为集中，存在“富人俱乐部”现象。如图 2 所示，1996—2019 年，大豆贸易网络的出入度中心度的核密度分布均呈现“单峰分布”向右偏，表现出明显的长尾特征，说明世界大豆贸易网络具有无标度性特征。大豆贸易网络出度中心度及入度中心度的核密度峰值变化不大，分别处在 16~24 及 14~19，核密度分布图保持聚拢。其中，出度中心度的核密度分布图较入度中心度的核密度图陡峭，说明世界各国倾向于拓展更多的进口来源国，而大多数国家的出口市场发展较弱。此外，世界各国增加了对贸易伙伴的自主选择权，有利于分散大豆供给的外部风险。

2.3.2 “核心—边缘”结构明显

世界大豆贸易网络具有较稳定的“核心—边缘”分级，但核心国家的构成呈显著阶段性特征。根据 Ucinet 软件中 core-periphery 可测算出 1996—2019 年每年的核心国家和边缘国家，发现世界大豆贸易网络具有明显的“核心—边缘”结构特征，且核心国家发生时空变化。将 1996 年及 2019 年作为研究窗口的起止年份，2003 年及 2013 年则是空间结构变化的重要转折点，通过刻画大豆贸易网络在这四个年份断面的“核心—边缘”结构特点，如表 3 所示，核心国家的构成变化经历了三个阶段。

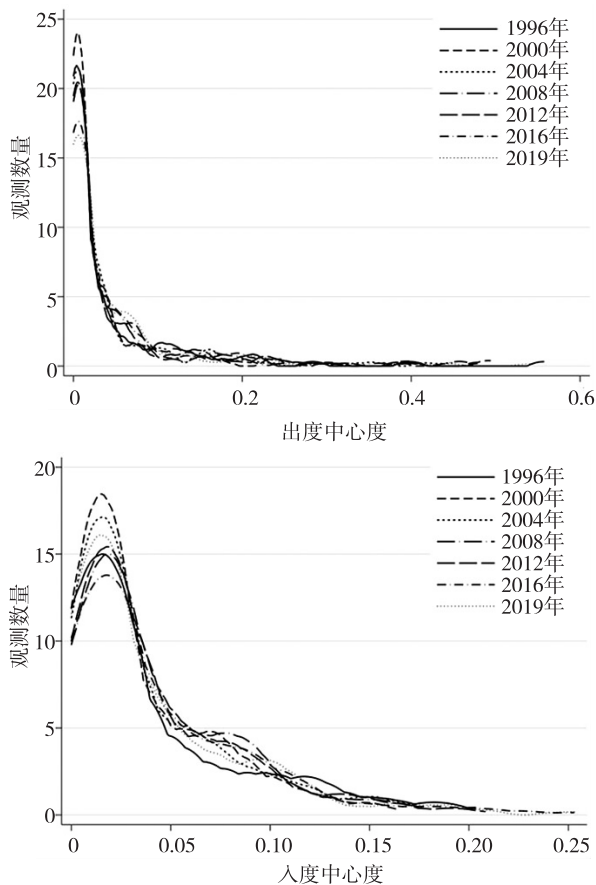


图 2 1996—2019 年部分年份大豆贸易网络度数中心度核密度估计

表 3 1996—2019 年部分年份世界大豆贸易网络核心国家列表

年份	核心国家
1996	阿根廷、加拿大、中国、法国、德国、荷兰、英国、美国
2003	美国、阿根廷、巴西、加拿大、中国、法国、德国、意大利、荷兰、英国
2013	美国、阿根廷、加拿大、巴西、中国、日本、印度、法国、德国、意大利、奥地利、荷兰、罗马尼亚、西班牙、乌克兰、英国
2019	美国、加拿大、中国、法国、德国、意大利、荷兰、西班牙、英国、奥地利

1996—2003 年，“离散少核”阶段。在此期间，处于网络核心位置的国家主要包括美洲的美国、阿根廷、加拿大、巴西，亚洲的中国，欧洲的法国、德国、荷兰、英国。其中，美洲国家在贸易网络中以出口国身份与其他节点联系。处于亚洲的中国作为大豆的进出口国与网络其他节点双向联系。欧洲国家以进口形式与其他节点联系。在此阶段，亚洲、欧洲、美洲少数国家以“领头雁”的形式占据网络核心位置。

2003—2013 年，“多核集聚”阶段。在此期间，处于网络核心位置的国家数量从 10 个增加到 16 个，且核心国家向欧洲及亚洲转移。美洲国家依然以绝对的出口优势，占据网络核心位置。亚洲及欧洲的核心国家数量明显增加，如日本、印度、意大利、荷兰等国，主要以进口为主。此时，欧洲、亚洲及美洲国家“三足鼎立”的贸易格局基本形成。

2013—2019 年，“两极分化”阶段。在此期间，处于网络核心位置的国家数量逐渐减少，由 16 个变为 10 个，日本、印度、罗马尼亚、乌克兰等亚洲、欧洲国家均离开核心位置。美国、阿根廷等美洲国家，依托大豆生产与出口优势，在出度中心度与出强度方面表现突出而占据网络核心位置。作为消费大国的中国，依

托入度中心度与入强度的表现处于核心位置。在该阶段,网络核心位置国家呈现进出口“两极分化”。

2.3.3 贸易网络异质性较强

一般运用有效规模与限制度指数来考察不同国家之间的网络异质性,有效规模越大,限制度越低,该国在网络中的自由度越大,受限越小。通过测算并可视化 1996—2019 年世界大豆贸易参与国在整体网络中的有效规模及限制度指数,可知大豆贸易参与国有效规模及限制度指数的差距较大,网络异质性较强。

1996—2019 年,大豆贸易网络结构洞有效规模指数较高的国家较为集中,且国家之间差距较大。1996 年,有效规模指数较大的国家集中在南美洲、北美洲及欧盟成员国。此后,全球化发展迅猛、区域性贸易协定增加,促使世界大豆贸易参与国不断增加。到 2019 年,大部分国家的有效规模指数整体提升,且有效规模指数较高的国家逐渐向亚洲、欧洲地区发生转移。全球大豆供需在空间格局处于失衡的状态,美国、巴西、阿根廷等作为大豆生产大国,占据贸易网络主导地位,拥有较多的结构洞;欧盟各国地理位置相对靠近,彼此经贸关系较为密切,促使成员国之间互为大豆贸易伙伴;亚洲国家如中国,既是大豆生产大国也是消费大国,自 2001 年加入世界贸易组织(WTO)之后,不断开放农产品市场,与众多国家发展贸易关系提升了贸易自由度。

1996—2019 年,大豆贸易参与国限制度差距不断缩小,限制度指数较高的国家逐渐集中在非洲。世界大豆贸易网络遵循“有效规模指数越高,其限制度指数越低”的规律。

2.4 世界大豆贸易网络行动者特征

在世界大豆贸易网络中,节点位置和角色决定了一国的贸易地位。通过构建加权有向贸易网络,运用 Ucinet 软件测算出 1996—2019 年部分年份,大豆贸易网络中相对度数中心度与相对点强度排名前五位的国家(表 4、表 5)。

表 4 1996—2019 年部分年份世界大豆贸易网络度数中心度排名前五位的国家

排序	1996 年		2002 年		2008 年		2014 年		2019 年	
	国别	出度中心度	国别	出度中心度	国别	出度中心度	国别	出度中心度	国别	出度中心度
1	美国	0.557 5	美国	0.573 3	美国	0.466 3	美国	0.488 4	中国	0.515 6
2	加拿大	0.398 2	加拿大	0.433 3	中国	0.447 9	中国	0.465 1	美国	0.442 7
3	阿根廷	0.283 2	中国	0.346 7	加拿大	0.398 8	加拿大	0.372 1	加拿大	0.406 3
4	英国	0.221 2	巴西	0.333 3	巴西	0.362 0	巴西	0.337 2	巴西	0.317 7
5	荷兰	0.212 4	阿根廷	0.306 7	阿根廷	0.306 7	乌克兰	0.290 7	印度	0.312 5
排序	国别	入度中心度	国别	入度中心度	国别	入度中心度	国别	入度中心度	国别	入度中心度
1	英国	0.203 5	荷兰	0.160 0	德国	0.177 9	德国	0.209 3	荷兰	0.281 3
2	德国	0.203 5	德国	0.160 0	英国	0.171 8	意大利	0.191 9	德国	0.270 8
3	荷兰	0.168 1	加拿大	0.146 7	荷兰	0.153 4	法国	0.186 0	法国	0.229 2
4	法国	0.168 1	法国	0.146 7	意大利	0.153 4	美国	0.162 8	美国	0.203 1
5	西班牙	0.168 1	英国	0.133 3	法国	0.147 2	荷兰	0.162 8	西班牙	0.203 1

表 5 1996—2019 年大豆贸易网络中点强度排名前五位的国家

排序	1996 年		2002 年		2008 年		2014 年		2019 年	
	国别	出强度	国别	出强度	国别	出强度	国别	出强度	国别	出强度
1	美国	1.000 0	美国	1.000 0	美国	1.000 0	巴西	1.000 0	巴西	1.000 0
2	巴西	0.150 1	巴西	0.631 0	巴西	0.731 1	美国	0.895 1	美国	0.716 7
3	阿根廷	0.085 6	阿根廷	0.243 5	阿根廷	0.351 6	阿根廷	0.165 3	阿根廷	0.138 4
4	加拿大	0.025 6	巴拉圭	0.096 0	巴拉圭	0.109 7	巴拉圭	0.106 0	巴拉圭	0.066 2
5	巴拉圭	0.024 9	荷兰	0.044 8	加拿大	0.079 5	加拿大	0.077 3	加拿大	0.055 2

(续)

排序	1996 年		2002 年		2008 年		2014 年		2019 年	
	国别	入强度	国别	入强度	国别	入强度	国别	入强度	国别	入强度
1	荷兰	1.000 0	中国	1.000 0	中国	1.000 0	中国	1.000 0	中国	1.000 0
2	日本	0.933 3	日本	0.413 6	日本	0.104 9	荷兰	0.066 0	墨西哥	0.063 9
3	墨西哥	0.579 8	荷兰	0.404 9	德国	0.103 4	墨西哥	0.054 1	荷兰	0.051 9
4	德国	0.465 3	墨西哥	0.339 2	西班牙	0.094 5	西班牙	0.052 8	阿根廷	0.045 9
5	西班牙	0.449 3	德国	0.330 5	墨西哥	0.093 5	日本	0.042 4	西班牙	0.044 4

2.4.1 出入度大国相对固定

1996—2019 年,处于大豆贸易网络中心位置的国家(地区)相对固定。相对出度中心度代表一国(地区)在大豆贸易网络中的出口能力。如表 4 所示,从出度中心度的排名情况看,在世界大豆贸易网络中,出度中心度排名靠前的国家包括美洲的美国、加拿大、巴西、阿根廷,欧洲的荷兰、德国、法国等,亚洲的中国、印度等,其中乌克兰从 2012 年以来跻身前十行列。由此说明,这些国家在大豆出口贸易活动中,拥有相对多元化的市场,降低了贸易风险。此外,粮食生产高度依赖于自然资源,自然资源优渥的国家容易发展为生产大国,也更倾向于作为大豆的出口方。

1996—2019 年,处于大豆贸易网络中心位置的国家发生变化,但入度中心度高的国家大多集中在欧洲及北美洲。相对入度中心度反映一国(地区)在大豆贸易网络中的进口能力。如表 4 所示,美国、加拿大、荷兰及德国等处于大豆进口网络的中心位置,这些国家贸易伙伴范围分布更加广泛,可通过分散进口来源国降低进口方面的“卡脖子”风险。值得注意的是,美国及欧洲的部分国家(如荷兰、德国),在进出口贸易网络中均处于相对核心的位置,表明其在大豆贸易活动中拥有主导权。

2.4.2 出入强度大国错位分布

大豆贸易国在空间上错位分布,且少数国家占据着网络的中心地位。如表 5 所示,1996—2019 年,大豆贸易网络中相对出强度排名前五的国家集中在美洲,如美国、阿根廷、巴西等国。2013 年以来,巴西在出强度方面逐渐赶超美国,成为大豆出口第一大国。欧洲国家的相对出强度优势不明显,其中,荷兰排名较为稳定,乌克兰近年来跻身前十的行列。亚洲国家在相对出强度方面表现较差,原本略有优势的印度及中国,近年来均跌出排名前十。1996—2019 年,大豆相对入强度大国主要集中在亚洲、欧洲地区,如日本、荷兰、德国等,以及北美洲的墨西哥。自 2000 年以来,中国逐渐成为大豆贸易网络中入强度第一大国,排名长期保持世界首位。

3 世界大豆贸易网络演变的影响机制

3.1 理论假说

为探索大豆贸易网络的演化机制,在已有研究的基础上,运用 ERGM 进行理论机制的分析与验证。贸易网络的影响机制可分为自组织结构机制、行动者属性机制以及外生网络机制^①

3.1.1 自组织结构机制

该机制是指网络自身已形成的结构对后期演变的影响。基于世界大豆贸易网络的结构特点,将互惠性效应与结构依赖效应纳入自组织机制探讨,并进行理论分析及提出假设。

互惠性效应。互惠性是贸易网络节点间双向连接关系的程度,对其考察有助于揭示网络拓扑结构的形成机制并解释其组织原则^[13]。从比较优势理论来看,互惠贸易可以达到共赢的目标,而互惠原则正是 WTO 成员的行为准则之一;从要素禀赋理论来看,国家间通过交换各自优势的资源和要素,促进互惠共赢关系的形

① 自组织结构机制属于内生机制,行动者属性机制与外生网络机制均属于外生机制。

成。因此，互惠性刻画出大豆贸易网络中的贸易关系具有相互依赖性。基于此本文提出以下假设。

H₀: 世界大豆贸易网络存在互惠效应，各成员的贸易关系具有彼此依赖性。

循环闭合效应。该效应一般是由多连通性与循环性共同体现，考察的是两个节点通过一个（或多个）共同节点关联，促使节点能够高效且精准地找到潜在合作者。多连通性即几何加权二元组伙伴分布，主要指两个节点不直接连接，而是依赖于中间节点实现间接依赖关系；循环性即几何加权共享伙伴分布，是在二元组伙伴基础上增加一条直接连接的依赖关系，进而形成传递闭合的三元组^[14]。在上文研究中发现，世界大豆贸易网络在宏观层面具有“小世界”特征，节点间呈贸易集群化。因此，本文提出以下假设。

H₁: 世界大豆贸易网络存在循环闭合效应，拥有多个合作伙伴的行动者在贸易活动中充当“双重角色”。

偏好连接效应。网络结构演变还会基于多个行动者度的效应，体现为偏好连接效应等结构依赖效应，一般运用节点集合加权的中心度分布来考察^[15]。在上文研究中发现，大豆贸易网络并非均衡状态，而是具有明显的马太效应即“富人俱乐部”现象，新增的行动倾向于与中心度较高的节点发生连接，所以节点间相互选择时出现偏好连接效应。大豆的主要出口国，基于优越的自然资源条件，在贸易网络中成为广受欢迎的“枢纽”节点，贸易活动相对活跃。对此本文提出以下假设。

H₂: 世界大豆贸易网络存在偏好连接效应，少数国家在贸易活动中具有较强的控制力。

3.1.2 行动者属性机制

行动者属性机制也被称为“行为者-关系”效应，包括发送者效应、接收者效应以及两者的同配性。发送者（接收者）效应，指特定国家属性对贸易关系产生的影响；同配性效应，指具有相同属性的国家形成贸易关系的可能性。根据贸易引力模型可知，经济发展程度的差异直接影响两国贸易关系，可将节点经济发展水平作为考察行为者同配性的变量。大豆作为重要农产品，很大程度依赖自然环境，所以一国大豆产量的高低会影响其在网络中的贸易方向。因此，本文提出如下假设。

H₃: 经济水平相似的国家更容易建立和发展贸易关系。

H₄: 大豆贸易网络的发送者（接收者）效应影响贸易网络的形成。

3.1.3 外生网络机制

外生网络机制是指网络节点的外生属性对网络关系形成与演变的影响。外生网络机制对贸易关系影响应主要关注节点的宏观属性，如经济水平、人口规模、文化、制度等对贸易关系的影响^[16]。因此，选择地理、制度、文化作为网络协变量进行机制分析。

地理方面的因素决定了最初贸易格局。在传统贸易引力模型中，认为地理距离直接影响双边贸易^[17]，两国间地理位置临近，意味着贸易产生的运输成本低，同时也会降低贸易不确定性，促进贸易发展。制度作为两国之间的“虚拟距离”之一，对贸易发生和贸易规模有直接或间接的影响。一国的制度环境，如政府效率、法制水平、民主程度等均会直接影响到国家之间贸易往来的顺畅程度。文化属于非正式制度，是“虚拟距离”的另外一层含义。文化距离对国际贸易的影响，与地理距离相似，会直接影响到贸易成本。两国之间的文化距离越远，信息交流难度越大，价值、信仰差别越大，贸易成本通常越高。总之，地理位势、经济发展、制度水平及文化差异共同作用于贸易网络，并加快其格局的改变与重塑。因此，本文提出如下假设。

H₅: 地理距离会抑制贸易网络的形成。

H₆: 贸易双方治理水平的差距会阻碍贸易网络关系增长。

H₇: 文化距离会降低贸易网络形成的概率。

3.2 实证分析

3.2.1 变量选择与数据来源


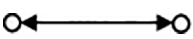
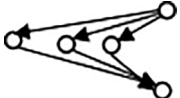
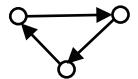
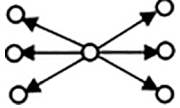


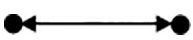
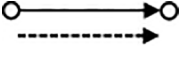
被解释变量。被解释变量为世界大豆贸易网络，即 0~1 二值矩阵^①。

① 被解释变量即世界大豆贸易网络，具体构建方法见第二节“网络模型构建及数据来源”部分，此处不再赘述。

主要解释变量。本文基于传统国际贸易理论与大豆贸易网络动态演变的影响机制，主要考察互惠性、扩张性、多连通性、循环性等自组织结构机制，具体变量解释见表 6。互惠性 (*mutual*) 是考察互惠效应的变量，测度节点间建立双向贸易关系的概率。扩张性 (*gwodegree*) 反映偏好连接效应，通过网络中节点几何加权出度分布的离散程度来衡量。循环闭合性 (*cyclicality*) 描述网络中各国以群体形式展开贸易的倾向，由多连通性 (*gwdsp*) 与循环性 (*ctriple*) 共同反映，当多连通性指数为负且循环性指数为正时，意味着网络具有循环闭合性。

控制变量。除了内生性结构相关的核心解释变量，还考虑了一系列其他因素。网络密度 (*edges*)，体现出节点间贸易关系的疏密程度。个体属性方面，考察经济发展水平 (GDP) 与大豆年产量 (PRO)。经济发展水平差距较小的国家，其需求结构较为相似，促进贸易关系的形成，模型中运用 GDP 考察行动者的同配性，基础数据来自世界银行。大豆年产量 (PRO)，具体分为接收者效应 (*nodei factor. PRO*) 与发送者效应 (*nodeofactor. PRO*)，基础数据来源于联合国粮农组织 (FAO)。网络协变量方面，运用节点间的距离构建地理距离网络 (*edgecov. dist*)。运用官方语言临近网络 (*edgecov. comlangoff*) 表示国家间的文化距离。世界治理指数 (WGI) 表示政府治理的有效性，运用国家之间的治理差异网络 (*edgecov. WGI*) 来代表国家间的制度距离。外生变量基础数据来源于 CEPII 数据库与 WBI 数据库，并运用 R 语言的 Statnet 将边列表转换为网络数据，进而运用 ERGM 进行运算。

表 6 ERGM 变量描述及解释

变量名称		符号	图形构局	解释
自组织 结构变量	网络密度	<i>edges</i>		关系形成的基础，模型中的常数项
	互惠性	<i>mutual</i>		网络节点之间建立双向贸易关系
	多连通性	<i>gw dsp</i>		经济体间通过多路径传递贸易关系的趋势
	循环性	<i>ctriple</i>		网络具有集聚性，网络中三个节点间存在贸易合作的倾向
	扩张性	<i>gwodegree</i>		经济体出度中心性分布的离散趋势
行动者 属性变量	发送者效应	<i>nodeofactor. PRO</i>		具有某一生产属性的经济体更容易出口
	接收者效应	<i>nodei factor. PRO</i>		具有某一生产属性的经济体更容易进口
	同配性	<i>nodematch. GDP</i>		都具有某一相同属性的经济体更加倾向于发生贸易
网络 协变量	地理距离网络	<i>edgecov. dist</i>		经济体间地理距离网络、语言邻近网络、治理差异网络等对大豆贸易网络关系形成的影响
	语言临近网络	<i>edgecov. comlangoff</i>		
	治理差异网络	<i>edgecov. WGI</i>		

3.2.2 模型构建

大豆贸易网络的形成与发展，同时受到了外生网络、内在行动者贸易行为及网络内部结构的影响。ERGM 是重要的社会网络统计方法，强调网络中关系之间的依赖性，可合并不同类型的微观网络构局，兼顾网络形成的内生和外生机制^[18]。

基于数据的可获得性, 尽可能覆盖较为全面的时空维度, 将研究窗口确定为 1996—2019 年, 研究对象为发生大豆贸易活动的所有国家, 最后呈现 1996 年、2005 年、2014 年、2019 年共四个时期的纵向贸易观测网络。着重考察互惠性效应、扩张性效应、循环闭合效应等内生机制, 对大豆贸易网络中关系形成的概率进行定量分析。根据 Peter 和 Herman^[19]的定义, ERGM 衡量特定网络出现的概率, 公式如下:

$$P(Y=y) = \frac{1}{K(\theta)} \exp\left[\sum_i \theta_i g_i(y)\right] \quad (1)$$

其中, $K(\theta)$ 是标准化变量, 使概率总和为 1, g_i 为大豆贸易网络的自组织结构变量、行动者属性及网络协变量等统计量, θ_i 为待估系数。

3.2.3 实证结果

采用 R 语言 Statnet 程序包对 1996 年、2005 年、2014 年及 2019 年世界大豆贸易网络的数据进行 ERGM 分析, 并进行动态比较。

3.2.3.1 ERGM 基准检验结果

以 2019 年世界大豆贸易网络作为研究对象, 基准检验结果如表 7 所示。其中, 模型 1 为基准模型, 边变量 (*edges*) 相当于截距项, 其他为控制变量, 结果与传统回归模型结果较为一致, 模型 2~模型 4 则逐项增加核心解释变量。

表 7 2019 年 ERGM 估计结果

变量名称	符号	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4
网络密度	<i>edges</i>	-2.862 9*** (-0.071 0)	-3.386 0*** (-0.003 0)	-1.390 5*** (0.011 7)	-3.012 1*** (-0.008 9)
接收者效应	<i>nodeifactor. PROLow</i>	0.170 1*** (-0.050 1)	0.318 9*** (-0.002 1)	-0.173 7*** (0.004 6)	0.326 6*** (-0.004 1)
发送者效应	<i>nodeofactor. PROLow</i>	-0.294 1*** (-0.050 5)	-0.412 7*** (-0.002 1)	-0.476 8*** (0.004 5)	-0.368 0*** (-0.004 2)
同配性	<i>nodematch. GDP</i>	0.005 9* (-0.049 8)	0.006 1** (-0.002 1)	-0.389 3*** (0.004 5)	0.020 8*** (-0.004)
地理距离网络	<i>edg cov. dist</i>	0.000 0* (0.000 0)	0.000 0* (0.000 0)	-0.000 1*** (0.000 0)	0.000 0* (0.000 0)
语言临近网络	<i>edg cov. comlangoff</i>	-0.435 4*** (-0.08 3)	-0.329 8*** (-0.0033)	-0.199 1*** (0.006 8)	-0.139 1*** (-0.005 6)
治理差异网络	<i>edg cov. WGI</i>	-0.004 8*** (-0.001 1)	-0.003 6*** (-0.000 8)	-0.019 0*** (0.001 5)	-0.002 7* (-0.001 1)
互惠性	<i>mutual</i>		3.096 7*** (-0.004 2)	0.437 2*** (0.011 9)	1.979 1*** (-0.009 5)
循环性	<i>ctriple</i>			0.248 3*** (0.005 6)	0.703 1*** (-0.004 0)
多连通性	<i>gw dsp</i>			-0.070 1*** (0.005 7)	-0.064 2*** (-0.004 7)
扩张性	<i>gw degree</i>				-1.610 0*** (-0.035 1)

注: ***、**、*、• 表示显著性水平分别为 0.001、0.01、0.05、0.1, 括号内为标准误。表 8 同。

自组织结构机制在模型 2~模型 4 中得到了验证。模型 4 显示,互惠性估计系数显著为正,说明节点间具有双向大豆贸易关系,反映出经济体间贸易关系的高度依赖性,即 H_0 得到验证。贸易关系的良好发展是建立在双方信任及前期合作的基础之上,大豆贸易也不例外。

多连通性的系数显著为负,循环性的系数显著为正,说明大豆贸易网络具有显著的循环闭合效应,即 H_1 得到检验。循环闭合效应驱动经济体倾向于形成分层闭合的三元组集群结构,两经济体之间通过第三方产生贸易连接,促使世界大豆贸易网络由相对离散的结构发展为更加稳定的集聚结构,解释了前文提到的大豆贸易网络集聚性较强以及部分国家在贸易进出口网络中均处于核心位置等结构特征。美国、德国及荷兰等国出入度中心度较高,说明这些国家在大豆贸易网络中充当“中间人”角色,在贸易活动中具有较强的控制能力。2018 年以来,阿根廷兼任出入强度大国的“双重身份”,充当大豆贸易活动中的“桥梁”角色。其原因可能是受到世界贸易格局变化与全球气候灾害的影响:一方面,由于 2018 年中美贸易摩擦不断升级,受到贸易转移效应的影响,2019 年中国大豆进口格局发生较大变化,自阿根廷进口数量同比增加了 4 倍;另一方面,阿根廷自 2010 年以来持续经历亚洲大豆锈病、拉尼娜现象、厄尔尼诺现象,大豆产量和种植面积均下降,故进口大量大豆。

扩张性系数显著为负,说明网络节点出度分布具有明显的离散性, H_2 得到验证。在大豆贸易网络中,仅有少数经济体具有“明星”效应,利用核心位置的优势吸引较多的贸易合作伙伴,解释了前文世界大豆贸易网络空间分布不均及“核心—边缘”结构明显的特征。由于大豆的农作物属性使其高度依赖自然条件及气候环境,目前世界大豆四大主产国分别是美国(40%)、巴西(25%)、阿根廷(15%)及中国(6%),大豆生产较为集中。在贸易活动中,相对出强度大国依托其产地优势占据主导地位,而相对入强度较大的国家则处于被动状态。例如,中国作为大豆入强度大国,在 2018 年中美贸易摩擦事件中,中国对自美国进口的大豆加征关税,影响到中国大豆供求市场的稳定。美国、巴西、加拿大等依托自然资源禀赋,由于偏好连接效应,逐渐成长为关键节点,贸易网络显现出不均衡格局。

如模型 4 所示,控制变量的实证结果与传统回归模型表现出基本一致的结论。行动者属性方面,大豆产量接收者效应(*nodeifactor.PROLow*)显著为正,发送者效应(*nodeofactor.PROLow*)的估计系数显著为负,说明大豆贸易遵循比较优势理论,且供需空间分布错位。经济发展水平即同配性(*nodematch.GDP*),其系数显著为正,表明具有相似经济发展规模的经济体更容易形成与维持贸易合作关系。网络协变量中,地理距离网络的估计系数几乎为 0,意味着经济体间的地理距离在大豆贸易中的影响程度微乎其微;语言临近网络(*edgescov.comlangoff*)的估计系数为负,其可能的原因是大豆主产地集中在美洲区域,而主销地则集中于亚洲、欧洲等地,供需决定了贸易关系的形成,而贸易双方空间分布错位导致较大的文化差异;政府治理能力差异网(*edgescov.WGI*)的系数显著为负,反映出贸易双方的制度水平差异越小,越有助于贸易网络关系的形成。因此,前文提出的假设 H_3 、 H_4 、 H_5 、 H_6 、 H_7 均得到验证。

3.2.3.2 ERGM 估计结果动态比较结果

基于 1996 年、2005 年、2014 年及 2019 年的截面数据,选取模型 4 中的变量进行 ERGM 分析,主要解释变量的估计系数在方向与数值方面较为稳定,说明模型的稳定性较强,估计结果见表 8。

自组织结构方面。互惠性的估计系数由 1996 年的 0.209 2 大幅上升至 2019 年的 1.979 1,说明互惠性对大豆贸易网络形成的促进作用增强。扩张性系数(绝对值)整体呈增长趋势,尤其在 2014 年之前,大豆贸易网络中节点几何加权出度分布的离散程度增强,“富者越富,穷者越穷”的马太效应增强,但此后变化趋势逐渐减缓。多连通性系数以及循环性系数整体上升,循环闭合效应增强,再次印证了大豆贸易网络集聚性增强、网络一体化程度提高的趋势。

个体属性方面。发送者效应系数在 2014 年之前为负,但绝对值逐渐减小,2014 年后方向由负变正,表明大豆产量较低的国家进口意愿逐渐增强;接收者效应显著为负,2014 年以来效应增强,说明具备产量较低属性的国家出口意愿越发变弱。经济发展水平的同配性系数在 2005 年之前为负,说明具有相似 GDP 水平

的国家在大豆贸易活动中并未表现出趋同性, 2014 年之后该系数由负变正, 说明经济水平相似的国家更倾向于建立贸易关系。

网络协变量中, 治理差异网络及语言临近网络对大豆贸易的影响均为抑制作用, 前者的影响程度有减弱的趋势, 而语言临近网络的影响作用逐渐凸显。地理距离对大豆贸易网络形成及发展的作用程度微乎其微。

表 8 ERGM 估计结果动态比较

变量名称	符号	1996 年	2005 年	2014 年	2019 年
网络密度	<i>edges</i>	-0.883 8*** (-0.017 6)	-0.899 2*** (-0.016 6)	-2.370 2*** (-0.014 7)	-3.012 1*** (-0.008 9)
互惠性	<i>mutual</i>	0.209 2*** (-0.014 9)	0.211 1*** (-0.012 4)	1.925 0*** (-0.015 4)	1.979 1*** (-0.009 5)
扩张性	<i>gwodegree</i>	-0.274 6* (-0.187)	-0.258 4*** (-0.067 7)	-1.677 8*** (-0.038)	-1.610 0*** (-0.035 1)
循环性	<i>ctriple</i>	0.105 9*** (-0.005 7)	0.090 4*** (-0.005)	0.351 9*** (-0.006 7)	0.703 1*** (-0.004)
多连通性	<i>gwdspace</i>	-0.019 1* (-0.008 4)	-0.016 8* (-0.008)	-0.093 8*** (-0.006 3)	-0.064 2*** (-0.004 7)
发送者效应	<i>nodeifactor. PROLow</i>	-0.160 8*** (-0.007 7)	-0.148 7*** (-0.007 1)	-0.100 7*** (-0.00 6)	0.326 6*** (-0.004 1)
接收者效应	<i>nodeofactor. PROLow</i>	-0.210 7*** (-0.008 3)	-0.167 6*** (-0.006 6)	-0.117 4*** (-0.006 3)	-0.368 0*** (-0.004 2)
同配性	<i>nodematch. GDP</i>	-0.133 1*** (-0.008 3)	-0.138 2*** (-0.006 6)	0.076 3*** (-0.006 5)	0.020 8*** (-0.004 0)
地理距离网络	<i>edg cov. dist</i>	-0.000 2*** (0.000 0)	-0.000 2*** (0.000 0)	0.000 0* (0.000 0)	0.000 0* (0.000 0)
语言临近网络	<i>edg cov. comlangoff</i>	-0.043 5*** (-0.013 2)	-0.056 6*** (-0.011 2)	-0.250 3*** (-0.01)	-0.139 1*** (-0.005 6)
治理差异网络	<i>edg cov. WGI</i>	-0.009 4*** (-0.001 5)	-0.009 4*** (-0.001 5)	-0.005 1*** (-0.001 3)	-0.002 7* (-0.001 1)

4 研究结论与政策建议

4.1 研究结论

基于 1996—2019 年世界大豆双边贸易原始数据, 运用社会网络分析法, 依据“整体—区域—国家”的逻辑顺序, 可视化大豆贸易网络时空演变特征, 并通过 ERGM 分析方法, 探究大豆贸易网络形成与演变的内在机制。研究发现如下结论。

世界大豆贸易网络在整体网、空间结构及行动者方面呈显著演变特征。宏观层面, 大豆贸易网络拓扑结构呈动态演变趋势。网络密度增大, 节点与变数增多, 说明网络规模持续扩张; 出入度中心势差距逐渐缩小, 主要体现在出口国趋于分散, 进口国则相对集中; 聚类系数上升, 平均路径长度变短, 均表明大豆贸易网络呈现“小世界”特征。中观层面, 大豆贸易网络空间结构化特征突出。度数中心度的核密度分布呈现“单峰右偏”的长尾特征, 说明网络存在“富人俱乐部”现象; 贸易网络“核心—边缘”结构明显, 经历了“离散少核—多核集聚—两极分化”的贸易格局; 大豆贸易网络异质性较强。微观层面, 大豆贸易网络行动者表现各异。出入度大国较为固定, 且美国、德国及荷兰等国同时处于进出口网络的核心位置, 对大豆贸易的控制能力较强; 出入强度大国在空间上呈错位分布且集中度高, 出强度大国在贸易活动中占据主导地位。

运用 ERGM 重点考察了自组织结构机制对大豆贸易网络演变的影响作用。①大豆贸易网络的演变机制包括自组织结构机制、行动者属性机制与外生网络机制。本文重点研究自组织结构机制,其表现为互惠性效应、偏好连接效应、循环闭合效应。②大豆贸易网络的形成与发展同时受到网络内生构局与外生机制的影响。具体表现为:互惠性程度对网络的形成与发展呈显著正效应,说明各国贸易关系的高度依赖性;扩张性系数呈显著负效应,说明偏好依赖性促使大豆贸易网络中出现“明星”节点,侧面反映出网络的集聚性及明显的“核心—边缘”结构;多连通性与循环性均显著,说明一些国家在网络中充当“中介”作用,提高了大豆贸易网络的一体化程度。③运用 ERGM 对不同年份断面进行动态分析,模型结果较为稳定,且互惠性、扩张性及循环闭合性对应的系数整体增加,再次印证自组织结构对于大豆贸易网络演变具有明显的影响,因此将内生机制和外生机制同时考虑并纳入实证分析来探索网络关系形成与发展是必要的。

4.2 政策建议

中国作为大豆贸易网络中的关键节点,只有统筹利用国际国内两个市场、两种资源,畅通国际国内双循环,才能增强重要农产品保障能力。结合前文结论,为促进中国大豆贸易高质量发展,提出如下政策建议。

加强对贸易网络“明星”节点的关注,防范风险传染效应。枢纽经济体对贸易资源的控制能力较强,中国应关注美国、巴西、阿根廷等出强度大国,以及荷兰、阿根廷等同时控制进出口资源的关键节点。一方面,建立有效的粮食安全预警机制和应急系统,实时监控国际大豆市场的供需信息与贸易状况,加强市场环境研判;另一方面,加大对重要农产品市场金融化的创新研究,引领国际大豆资源在中国市场实现交易,如以海南自由贸易港建设为契机,建立大豆等大宗农产品国际交易中心。

提升中国在网络中的“枢纽”地位,发挥偏好连接效应。中国在大豆贸易网络中属于关键节点,充分利用偏好依附的积极影响,拓展更多的贸易伙伴,深耕国际合作。一方面,借助“一带一路”倡议、RCEP 等区域经济一体化组织,深度挖掘与现有贸易伙伴之间的贸易潜力,如降低自俄罗斯进口大豆的关税税率,开放大豆及粕类产品的市场准入;另一方面,与大豆生产资源丰富的国家进行合作,建立海外大豆生产基地,提供资金与技术支持,如通过租赁或购买耕地的方式,加强与乌克兰、玻利维亚、哈萨克斯坦等国信息共享、技术合作及资金支持,提高其大豆产能。

提高大豆贸易网络一体化程度,承担全球贸易治理责任。大豆贸易网络存在多连通性及循环闭合性,从而形成贸易集群。因此,中国要加强贸易多元化,积极倡导并践行多边主义。一方面,协同各经济体秉承互惠共赢的贸易理念,通过区域贸易协定和最惠国待遇等政策,建设高质量的大豆贸易体系;另一方面,同各经济体在全球视野和共同利益基础上进行多边主义的合作管理,积极参与治理体系的制度改革,消除单边主义、孤立主义等“逆全球化”回潮,维护公平、互利、包容和开放的贸易环境。

积极打造国内供应链,提高大豆安全保障能力。中国是大豆的原产地,应适度提高大豆自给率。一是加大研发投入力度,运用航天育种等技术,加快优质、高产大豆品种选育,提高本土高产、优质大豆的自给率。二是稳定恢复中国大豆种植面积,主要是在东北地区、环渤海地区引导农民扩大优质大豆的种植面积,通过实施生产补贴及轮作补助等措施,提高国内大豆产能。三是建立商业调节储备机制,形成国储、商储相结合的储备体系,完善大豆的储备管理和应急保障能力。

参考文献

- [1] 廖翼,姚屹浓. 世界大豆贸易格局及国际竞争力研究 [J]. 世界农业, 2015 (7): 114-117, 208.
- [2] 尹小刚,陈阜. 1961—2017 年全球大豆生产时空变化 [J]. 世界农业, 2019 (11): 65-71.
- [3] 卞靖. 国际重要农产品贸易格局变化及应对思路研究 [J]. 宏观经济研究, 2019 (4): 116-129.
- [4] WILHITE A. Bilateral trade and “small-world” networks [J]. Computational Economics, 2001 (18): 49-64.
- [5] SERRANO ÁNGELES M, VESPIGNANI A. Patterns of dominant flows in the world trade web [J]. Journal of Economic Interaction & Coordination, 2007, 2 (2): 111-124.
- [6] 马述忠,任婉婉,吴国杰. 一国农产品贸易网络特征及其对全球价值链分工的影响: 基于社会网络分析视角 [J]. 管理

- 世界, 2016 (3): 60-72.
- [7] 韩冬, 李光泗. 中国与“一带一路”沿线国家粮食贸易格局演变与影响机制: 基于社会网络学视角 [J]. 农业经济问题, 2020 (8): 24-40.
- [8] 卢昱嘉, 陈秧分, 韩一军. 全球大豆贸易网络演化特征与政策启示 [J]. 农业现代化研究, 2019, 40 (4): 674-682.
- [9] LUSHER E, KOSKINEN J, ROBINS G. Exponential random graph models for social networks [M]. New York: Cambridge University Press, 2014.
- [10] 盛斌, 廖明中. 中国的贸易流量与出口潜力: 引力模型的研究 [J]. 世界经济, 2004 (2): 3-12.
- [11] 牛华, 兰森, 马艳昕. “一带一路”沿线国家服务贸易网络结构动态演化及影响机制 [J]. 国际商务 (对外经济贸易大学学报), 2020 (5): 78-93.
- [12] 刘林青, 闫小斐. 国际粮食贸易网络多核集聚格局的形成机制研究 [J]. 华中农业大学学报 (社会科学版), 2021 (4): 47-59, 179-180.
- [13] GARLASCHELLI D, LOFFREDO M I. Patterns of link reciprocity in directed networks [J]. Physical Review Letters, 2004, 93 (26): 1-4.
- [14] CRANMER S J, DESMARAIS B A, MENNINGA E J. Complex dependencies in the alliance network [J]. Conflict Management and Peace Science, 2012, 29 (3): 279-313.
- [15] BARABÁSI, ALBERT-LÁSZLÓ. Scale-free networks: a decade and beyond. [J]. Science, 2009, 325 (5939): 412-413.
- [16] 和聪贤, 李秀香. 世界粮食贸易网络结构特征与中国地位变迁研究 [J]. 世界农业, 2021 (5): 64-78.
- [17] COLLECTIVE A O. Shaping the world economy: suggestions for an international economic policy [J]. Economica, 1962, 31 (123): 327.
- [18] BRASHEARS M E. Exponential random graph models for social networks; theory, methods and applications [J]. Contemporary Sociology, 2014, 43 (4): 552-553.
- [19] PETER R, HERMAN. Identifying multilateral dependencies in the world trade network. U. S [R]. Washington D. C.: International Trade Commission, 2017.

Research on Pattern Evolution and Influence Mechanism of Global Soybean Trade Network

HE Congxian

Abstract: Based on the world bilateral soybean trade data from 1996 to 2019, this paper analyzes the temporal and spatial evolution characteristics of soybean trade network based on the logical order of “whole-region-country” by using social network analysis method, and explores the internal mechanism of its formation and evolution by using ERGM method. The results show that: ① Soybean trade network presents dynamic evolution characteristics. At the macro level, the scale of trade network continues to expand, and the gap between the center potential of access and exit gradually narrows, showing the characteristics of “small world”. At the intermediate level, there exists the phenomenon of “rich people’s club” in the trade network, which has experienced the pattern of “discrete little core, multi-core agglomeration and polarization”, and the network heterogeneity is strong. At the micro level, the countries with the high degree-centrality are relatively fixed, while the countries with the high strength-centrality are dislocated in space. ② The driving forces for the formation and evolution of soybean trade networks include self-organizing structure mechanism, actor attribute mechanism and exogenous network mechanism, which the self-organizing structure mechanism shows reciprocity effect, preference connection effect and cycle closure effect. ③ Reciprocity, expansion and ternary closure have significant influence on the formation and evolution of soybean trade network, and the influence degree has an overall trend of strengthening.

Keywords: Soybean Trade; Trade Network; Social Network Analysis; ERGM

(责任编辑 张雪娇 张雯婷)