

21世纪以来全球粮食贸易网络空间格局演化

聂常乐,姜海宁,段 健*

(浙江师范大学 地理与环境科学学院,中国浙江 金华 321004)

摘要:粮食安全与国际粮食贸易是社会各界高度关注的重要问题,而已有研究对此关注依然有限。文章尝试利用2000—2018年231个国家和地区的粮食贸易关系数据,采用网络密度、平均距离、聚类系数等复杂网络指标,对全球粮食贸易网络演化规律及其形成机制进行分析,结果表明:全球粮食贸易网络逐渐趋于复杂化,网络发育程度逐渐增强,全球粮食贸易组团始终处于不断分化融合的动态演化中;2000—2018年全球粮食贸易格局发生重塑,中亚和东南亚在全球粮食贸易网络中地位逐渐上升,而欧洲则呈下降态势;法国、美国、加拿大、荷兰、南非、英国是全球粮食贸易网络中的核心国家,在全球粮食贸易网络中处于枢纽地位,而中国在其中的影响力较低。最后从自然、经济、政治、政策及文化等方面对其演化机制进行分析。

关键词:全球化;粮食贸易;复杂网络;时空格局;“一带一路”倡议;贸易组团;粮食安全

中图分类号:F762.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-8462(2021)07-0119-09

DOI:10.15957/j.cnki.jjdl.2021.07.013

Spatial Pattern Evolution of Global Grain Trade Network Since the 21st Century

NIE Changle, JIANG Haining, DUAN Jian

(School of Geography and Environmental Sciences, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, Zhejiang, China)

Abstract: Grain security and international grain trade are important issues in the world. However, there are still limited studies on this issue. Based on the grain trade relationship data of 231 countries and regions from 2000 to 2018, this paper analyzes the evolution law and formation mechanism of the global grain trade network by the means of the network density, average distance, clustering coefficient and other complex network indicators. The results show that: 1) The global grain trade network is gradually becoming more complex, the network development degree is gradually increasing, and the global grain trade pattern is heavy. The global grain trade group is always in the dynamic evolution of continuous differentiation and integration. 2) From 2000 to 2018, the global grain trade pattern has been reshaped, the status of Central Asia and Southeast Asia in the global grain trade network is gradually increasing, while that of Europe is declining. 3) France, the United States, Canada, Netherlands, South Africa and the United Kingdom are the most important core countries in the global grain trade network, while China has a low influence in it. Finally, this article analyzes its evolution mechanism from the aspects of nature, economy, politics, policy and culture.

Keywords: globalization; grain trade; complex network; temporal and spatial pattern; the Belt and Road Initiative; trade group; food security

粮食作为人类赖以生存的必需品,是社会经济发展和政治稳定的重要物质基础,与粮食安全相关的粮食生产、贸易和流通等议题一直是决策部门和学术界普遍关注的焦点^[1]。由于自然条件、资源禀赋、人口规模、生产水平等方面存在巨大差异,世界各国粮食生产和人均粮食产量空间分布不均衡。据联合国世界粮食计划署(WFP)发布的《2020年世

界粮食危机报告》,2019年全世界共有20亿人无法正常获取安全、营养、充足的食物,其中近7.5亿人面临重度粮食不安全,加之受新型冠状病毒(COV-19)疫情影响,2020年世界面临食物不足困境的人数将新增0.83~1.32亿^[2],全球粮食安全形势异常严峻,而全球或区域间的粮食贸易必然成为调节世界各国或地区粮食供需平衡的重要途径。2017年

收稿时间:2020-08-11;修回时间:2020-11-09

基金项目:国家自然科学基金项目(42001128、41971160);浙江省自然科学基金一般项目(LY19D010009);浙江师范大学“教育部非洲研究与中非合作省部共建协同创新中心”资助

作者简介:聂常乐(1997—),男,四川遂宁人,硕士研究生,研究方向为经济地理。E-mail:niechle@163.com

※通讯作者:段健(1986—),女,湖南沅陵人,博士,讲师,研究方向为经济地理。E-mail:duanj@zjnu.edu.cn

全球粮食贸易进出口总量达9.4亿t,随着全球粮食贸易规模和范围日益增大,国家或地区之间错综复杂的粮食贸易空间联系逐渐形成了一个相互影响的复杂网络。2013年,中国已经超过日本成为全球最大的粮食进口国家,粮食贸易成为影响中国粮食安全的一个重要外部因素。运用复杂网络分析法可以有效地刻画与分析中国全球粮食贸易网络格局演化特征、趋势及其作用机制,有助于更好地理解全球粮食供需的总体形势与中国粮食安全的外部挑战。

采用复杂网络或社会网络分析工具研究国际贸易系统特征规律已成为一个新兴的研究方向。已有研究主要集中于两个方面:一是从全球或区域的角度分析全球贸易网络或区域局部贸易网络拓扑结构特征^[3-5],其中“一带一路”沿线地区是众多学者竞相研究的热点区域^[6-7];二是研究特定的产业或部门贸易网络特性,包括能源、矿产资源、制造业、农产品等行业^[8-14]。相对于其他行业,农产品和粮食贸易网络研究较少,随着粮食安全和大宗农产品在国家和世界经济发展中的重要性日益凸显,农产品贸易网络和粮食贸易网络逐渐受到关注。Shutters、Cai、Song、马述忠、王祥等探讨了全球农产品贸易网络特征及趋势^[15-19]。Dong、周墨竹和王介勇分别分析了全球小麦、稻米贸易网络格局演化规律性特征及国家之间的竞合关系变化^[20-21];陈艺文、韩东等深入分析了“一带一路”沿线国家粮食贸

易网络格局特征及其演化机制^[22-23]。总体上,已有研究集中于探讨农产品贸易网络,对粮食贸易网络关注度不够,而现有粮食贸易网络研究多局限于粮食个别门类(小麦或稻米)或局部区域(“一带一路”沿线国家),缺乏基于全球空间尺度的世界粮食贸易网络特征的刻画,那么,全球粮食贸易网络空间格局特征究竟如何?中国在全球粮食贸易网络中的地位如何?这些均是亟待解决的关键问题。

基于此,本文尝试利用2000—2018年231个国家和地区的粮食贸易关系数据,运用复杂网络分析方法对全球粮食贸易网络格局特征演化进行刻画与分析,分析中国在全球粮食贸易网络中的地位变化,然后对全球粮食贸易网络演化机制进行探讨。这不仅有利于丰富复杂网络分析方法在粮食贸易网络中的实证研究,而且也有助于了解与掌握全球粮食供需的总体形势及其面临的潜在风险,从而为中国制定粮食贸易和粮食安全的相关决策提供科学依据。

1 研究方法数据来源

1.1 研究方法

将全球粮食贸易网络抽象为一个加权复杂网络 $G=(V, E, W)$,其中 V 为粮食贸易国家和地区作为网络节点组成的点集, E 为以国家和地区之间粮食贸易关系组成的边集, W 为国家两两之间的贸易数量关系的函数集合。从全球、国家和区域三个层面

表1 复杂网络主要指标含义及公式

Tab.1 The meaning and formula of main index of complex network

指标	含义	公式
网络密度(D)	指网络实际存在的关系总数与理论上最多可能存在的关系总数的比值,测度复杂网络中各个节点之间联系的密切程度。	$D = \frac{M}{N(N-1)}$
平均度(AD)	指网络中每一个节点的平均连线数目,反映国家间的粮食贸易联系情况及整个网络的复杂程度。	$AD = M/N$
平均路径长度(L)	网络中所有节点对之间最短路径经过边数的平均值,是测度网络中各种贸易品传输效率的指标。	$L = \frac{2}{N(N-1)} \sum_{i > j} d_{ij}$
平均聚类系数(CL)	聚类系数是任意两个节点存在贸易关系的可能性,所有节点聚类系数平均值称为平均聚类系数,反映贸易网络的凝聚程度。	$CL = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{2M_i}{k_i(k_i-1)}$
加权度(C_{sum})	度表示节点直接贸易伙伴的总数,加权度表示节点与其他节点的贸易总额,在有向网络中还可以分出度和入度两个指标,分别表示节点发出或接受贸易关系对象的数量,可反映经济体的出口/进口重要性。	$C_{sum,i} = C_{out,i} + C_{in,i}$
加权出度(C_{out})		$C_{out,i} = \sum_{j=1, i \neq j}^N w_{ij}$
加权入度(C_{in})		$C_{in,i} = \sum_{j=1, i \neq j}^N w_{ji}$
接近中心(CC)	通过测量网络中节点与其他节点的接近程度,来衡量其在贸易关系中的独立性和不受控制的程度。	$CC_i = N / \sum_{j=1, i \neq j}^N d_{ij}$
相对中介中心性(BC)	用所有节点对间的最短路径经过特定节点的次数和衡量,反映节点对资源流动控制的程度。	$BC_i = \frac{2 \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N b_{jk}(i)}{N^2 - 3N + 2} (j \neq k \neq i)$
组团划分(Q)	组团是指由粮食贸易网络中节点组成的节点子集合,子集合之间节点间的连接比较稀疏,而子集合内部节点之间的连接很稠密。	$Q = \frac{1}{2m} \sum_{ij} \left[A_{ij} - \frac{k_i k_j}{2m} \right] \delta(c_i, c_j)$

刻画全球粮食贸易网络空间结构及演化特征:首先,采用网络密度、平均度、平均路径长度、平均聚类系数等全局特征指标解析全球粮食贸易网络整体特征;然后,运用加权节点度、接近中心性、中介中心性等指标分析国家之间的贸易联系及其在网络中的地位;最后,借鉴宋周莺等^[6]采用社区发现法探测网络内部的组团结构特点。社区发现法是一种模块优化方法,可将网络分成几个相对独立的、内部高度连接的模块,用以揭示网络中的组团结构特征,具体采用模块度指数 Q 来评估组团分离程度,其表达式见表1, Q 值越高表示模块化程度越高、网络分化越明显,即组团划分效果越优。

1.2 数据来源

粮食的概念有广义和狭义之分,其中广义的粮食包括谷物、薯类和豆类,而狭义的粮食仅指谷物,本文对粮食的界定选择后者。2000—2018年国家与地区之间的粮食贸易额数据主要来源于联合国商品贸易统计数据库(comtrade.un.org/data/)编码为HS10的谷物(Cereals)数据,包括小麦及混合麦、黑麦、大麦、燕麦、玉米、水稻、高粱、荞麦共8个大类的谷物品种,每个品种又分若干类,囊括231个国家和地区,中国数据包括港、澳、台地区,所有年份的粮食贸易额均以2010年为不变价进行折算,粮食价格指数来源于联合国粮农组织(FAO)公共数据库^[24]。

2 结果分析

2.1 全球粮食贸易总额发展历程

全球粮食贸易总额总体呈“上升—下降—上升—下降”的起伏波动态势。21世纪以来,全球粮食贸易量持续增加,由2000年的2.74亿t增加到2018年的4.76亿t,增长1.74倍^[24]。受供求、自然灾害、投机等因素影响,粮食价格波动较大,呈现两个高峰期,分别为2008、2011年前后(图1)。全球粮食贸易总额变化趋势与国际粮价变化趋势基本一致,总体可以划分为三个阶段:第一阶段为2000—2008年的稳步上升阶段,其中2000—2006年粮食贸易额稳定增长,2007—2008年因全球粮食价格上涨和消费需求增加,全球粮食贸易额急剧上涨;第二阶段为2008—2011年的全球粮食危机爆发与恢复阶段,全球粮食危机对粮食贸易影响较大,粮食贸易额出现“V”型变化;第三阶段为2011—2018年的平稳下降阶段,全球粮食价格回落使得全球粮食贸易额也平稳下降(图1)。

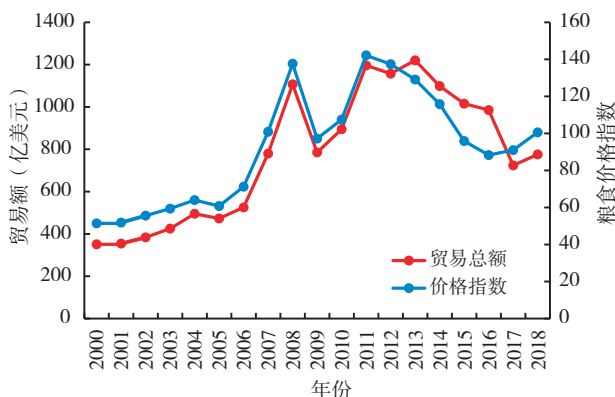


图1 2000—2018年全球粮食贸易总额与粮食价格指数变化

Fig.1 Total value of global food trade and food price index from 2000 to 2018

2.2 全球粮食贸易网络全局指标演化特征

全球粮食贸易网络复杂性逐渐增强。全球粮食贸易网络遍及世界各个角落,每年参与粮食贸易的国家和地区数量略有变化,2000—2018年平均每年参与全球粮食贸易的国家和地区数量达203个,约占全球国家和地区总数的87%,其中2013—2015年参与全球粮食贸易国家和地区数量急剧减少,主要为群岛国家或地区。2000—2018年全球粮食贸易网络化程度加深,复杂性增强,国家和地区之间的贸易联系由3 625条增加4 886条,增加了0.35倍(图2);国家和地区之间的粮食贸易联系加强,相互作用和相互依赖程度加深。

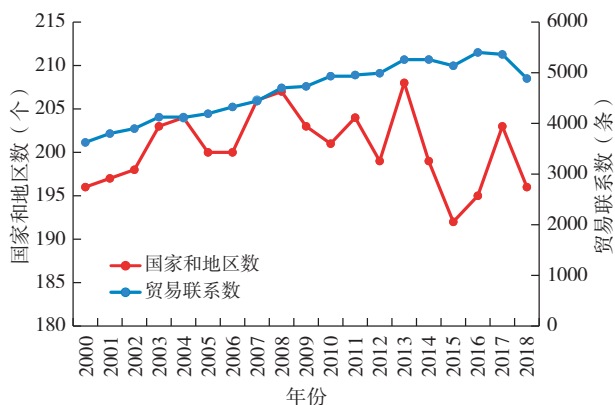


图2 2000—2018年全球参与粮食贸易的国家和地区数及贸易联系数变化

Fig.2 Changes in the number of countries and regions and the number of trade links involved in the global food trade between 2000 and 2018

全球粮食贸易网络密度增加,网络传输效率提高。2000—2018年全球粮食贸易网络密度由0.09增至0.131,最高达到0.141,平均度由18.22增至24.67,最高达27.28,贸易网络越来越密,成员国之

间的关系趋于更加紧密(图3)。平均聚类系数反映网络中国家间的聚散程度,数值越大,聚集越强,反之聚集越弱。由图4可知,全球粮食贸易网络的平均聚类系数介于0.302~0.498,整体呈现波动增长趋势,网络内部趋于更加凝聚,尤其2007年以后,此趋势更加明显。平均路径长度反映成员国之间的贸易可达性和网络效率,全球粮食贸易网络平均路径由2.31下降为2.00,网络具有较高的连通性,任意两个国家或地区之间的贸易距离减少,粮食贸易网络的传输效率整体提高。

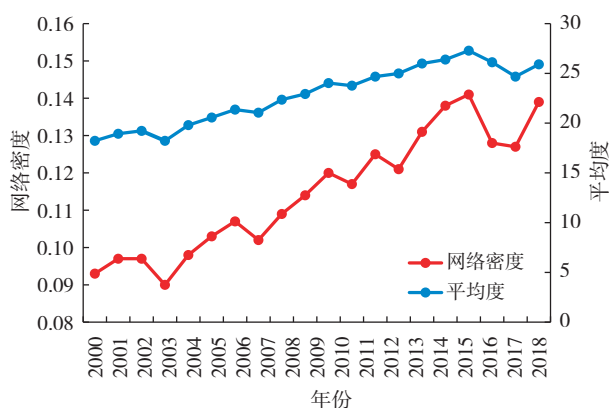


图3 2000—2018年全球粮食贸易网络平均度及网络密度变化

Fig.3 Changes in density and average degree of global grain trade network from 2000 to 2018

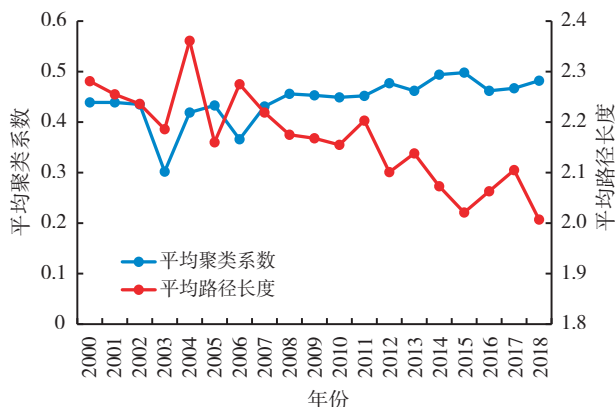


图4 2000—2018年全球粮食贸易网络平均聚类系数与平均路径长度变化

Fig.4 Changes in average clustering coefficient and average path length of the global food trade network from 2000 to 2018

全球粮食贸易网络具有典型的小世界网络特性和无标度网络特征。如果一个网络具有较小的平均路径长度和较大的聚类系数,则表明这个网络具有小世界网络的特点^[10]。由图4可知,全球粮食贸易网络的平均路径长度与平均聚类系数的变化

趋势相反,平均最短路径最小值为2,而聚类系数最大值为0.50,两者相差3倍,表明全球粮食贸易网络具有典型的小世界网络特性。从2000、2006、2012、2018年份的节点度分布曲线对比来看,全球粮食贸易网络度分布曲线具有典型的长尾分布特征(图5),贸易网络中的节点度小的节点数量较多,而节点度大的枢纽节点数量较少,进一步对4个年份的节点度进行幂函数拟合,均通过显著性检验(表2),反映度分布遵从幂律分布规律,各节点之间具有明显的异质性,满足无标度网络的特性。2000—2018年拟合方程幂律指数呈先增大后减小的变化趋势,表明2000—2018年全球粮食贸易网络无标度性先增加后减少,且总体上呈减小的趋势。

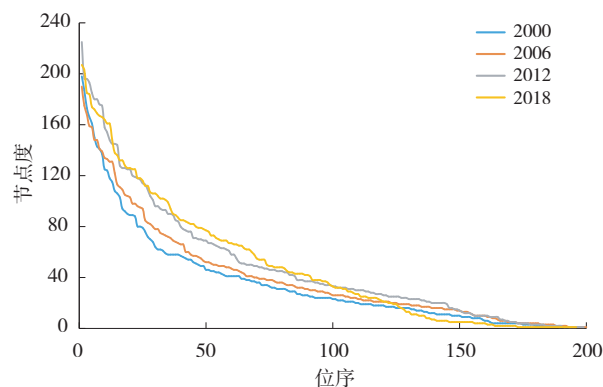


图5 2000—2018年全球粮食贸易网络位序—节点度分布特征

Fig.5 Distribution characteristics of rank-node degree of global food trade network from 2000 to 2018

表2 节点度分布幂函数拟合

年份	拟合方程	R^2	P
2000	$2300.1x^{-1.108}$	0.7037	0.001
2006	$2260x^{-1.066}$	0.6747	0.001
2012	$3227x^{-1.113}$	0.6375	0.001
2018	$7254.6x^{-1.366}$	0.6256	0.001

2.3 全球粮食贸易网络核心国家分析

全球粮食贸易格局发生重塑,中亚和东南亚在全球粮食贸易网络中地位逐渐上升,而欧洲则呈下降态势。加权重一定程度上反映了各国在全球粮食贸易市场中的地位,对比2000和2018年加权重前10位国家排名,美国、法国、日本、加拿大、阿根廷、中国6个国家加权重稳居世界前10,其中美国加权重居世界首位,2018年高达2 175,远超其他国家,是名副其实的全球最大的粮食贸易国。2018年全球粮食贸易格局发生了重大改变,澳大利亚、德国、墨西哥、意大利4国加权重排名下降,退出世界前

10,欧洲贸易地位整体下降,取而代之的是俄罗斯、乌克兰、泰国、越南,东欧和东南亚在全球粮食贸易中的地位崛起(表3)。

加权出度和加权入度反映国家和地区在全球粮食贸易中的进出口地位。从加权出度来看,世界加权出度排名前10位国家较为稳定,美国、加拿大、阿根廷、法国、泰国、澳大利亚、印度长期居世界前10,全球粮食出口市场长期由这些国家主导。此外,2018年俄罗斯、乌克兰和巴西加权出度迅速上升,跃居世界前10,尤其俄罗斯和乌克兰加权出度排名分别居世界第2位和第3位,紧随美国之后。从加权入度来看,世界排名前10位的国家主要包括日本、墨西哥、韩国、埃及、意大利等,2018年中国加权入度排名世界首位,此外,西班牙、越南、荷兰加权入度也挺进世界前10,取代了伊朗、沙特阿拉伯、巴西和阿尔及利亚的位置(表3)。

接近中心性指标反映某国与其他国家贸易联系距离的总和,其值越高,表明该国距离贸易网络中其他国家的距离越近;同时,接近中心性也反映节点的独立性程度和不受控制的能力。从接近中心性的排序来看(表4),2000年排名前10的国家

以欧美发达国家为主,包括法国、加拿大、德国、美国、荷兰、西班牙、英国、奥地利和阿联酋,2018年除奥地利被南非取代以外,其他排名前10位的国家与2000年高度一致。进一步对比上述国家的接近中心度、出度和入度排名,发现2/3的国家出现在入度或出度前10的国家中,反映全球粮食贸易网络接近于一种“点对点”的贸易模式。

中介中心性指标表示全球粮食贸易网络中某个国家位于其他国际间最短贸易联系路径的比例,反映节点对资源流动控制的程度,值越大则控制力越强;反之,则越弱。从中介中心性的国家排序看(表4),2000—2018年法国、美国、加拿大、荷兰、南非、英国中介中心性稳居世界前10,这些国家在全球粮食贸易网络中的处于枢纽地位,是全球粮食贸易网络中的核心国家。德国、西班牙和阿联酋中介中心性排名下降,澳大利亚、比利时和印度中介中心性迅速上升,排名进入世界前10。进一步对比上述国家的中介中心性、出度和入度排名,发现三者具有较高的相似性,排名前10位重复国家高达7位,这表明粮食贸易关系中的控制能力直接体现为粮食供需各国之间的依赖性和脆弱性。

表3 2000与2018年加权度、加权出度和加权入度排名前10位的国家

Tab.3 Top 10 countries in terms of weighted degree, weighted-out degree and weighted-in degree in 2000 and 2018

2000						2018					
国家	加权度	国家	加权入度	国家	加权出度	国家	加权度	国家	加权入度	国家	出加权重度
美国	1 073	日本	374	美国	993	美国	2 175	中国	609	美国	1 905
法国	426	墨西哥	151	法国	387	俄罗斯	916	日本	604	俄罗斯	883
日本	378	韩国	151	加拿大	339	加拿大	782	墨西哥	496	乌克兰	695
加拿大	367	伊朗	150	澳大利亚	262	乌克兰	714	埃及	456	加拿大	689
澳大利亚	265	沙特阿拉伯	132	阿根廷	239	法国	691	印度尼西亚	380	阿根廷	682
中国	247	埃及	125	中国	173	阿根廷	686	西班牙	371	法国	595
阿根廷	241	意大利	124	德国	164	中国	684	韩国	349	泰国	513
德国	226	巴西	124	泰国	144	日本	608	越南	338	澳大利亚	483
墨西哥	161	阿尔及利亚	107	印度	81	泰国	593	意大利	338	印度	460
意大利	159	印度尼西亚	98	英国	79	越南	572	荷兰	333	巴西	336

表4 2000与2018年接近中心性与中介中心性排名前10位国家

Tab.4 Top 10 countries of closeness centrality and betweenness centrality in 2000 and 2018

2000				2018			
国家	接近中心性	国家	中介中心性	国家	接近中心性	国家	中介中心性
法国	0.562	法国	0.093	法国	0.643	法国	0.056
加拿大	0.546	美国	0.085	加拿大	0.620	美国	0.045
德国	0.543	加拿大	0.072	德国	0.613	加拿大	0.037
美国	0.541	德国	0.048	荷兰	0.613	南非	0.030
荷兰	0.533	荷兰	0.045	比利时	0.599	意大利	0.028
西班牙	0.520	意大利	0.035	美国	0.597	英国	0.025
英国	0.516	西班牙	0.035	英国	0.597	澳大利亚	0.024
奥地利	0.513	南非	0.028	南非	0.590	比利时	0.020
意大利	0.510	英国	0.026	意大利	0.582	荷兰	0.020
阿联酋	0.509	阿联酋	0.022	阿联酋	0.582	印度	0.018

中国在全球粮食贸易网络中的影响有限,距离粮食贸易强国还有一定的差距。2018年中国加权入度位居全球首位(表3),表明中国已经成为全球最大的粮食进口国,但中国的接近中心性和中介中心性在全球的排名不高。图6显示,2000—2018年中国接近中心性波动较大,最高排名为2003年的第21位,最低排名为2012年的第63位,2000—2018年中国中介中心性总体排名呈微弱下降趋势,最低排名为2018年的第18位,最高排名为2007年的第5位。这既说明中国粮食贸易中的独立性不高,尤其是中国粮食进口贸易对全球粮食市场的依赖性较强,同时也反映中国虽然是全球粮食最大的进口国,但其对资源流动的控制力与其全球第一大粮食进口国的地位不匹配,进而影响其在全球粮食市场上的话语权。

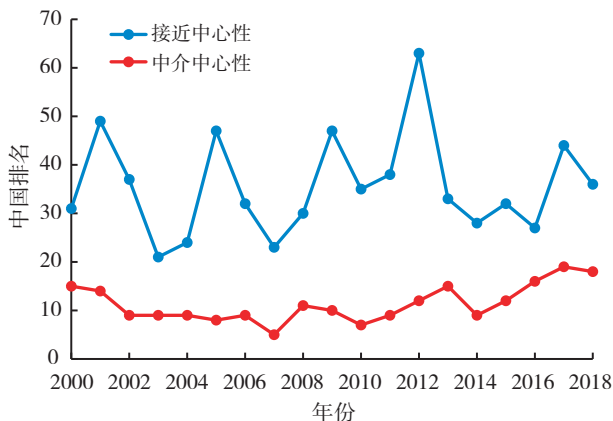


图6 2000—2018年中国接近中心性与中介中心性全球排名变化

Fig.6 Global ranking change of china's closeness centrality and betweenness centrality from 2000 to 2018

2.4 全球粮食贸易网络组团演化特征

基于2000、2006、2012、2018年4个时间截面的粮食贸易关系数据,探讨全球粮食贸易网络组团分布格局及演化特征。总体来看,全球共检测出5个主要的贸易组团,各个组团呈现不断整合分割、分化重组的演化特征(图7)。

①亚欧组团。呈现以法国、德国、西班牙、意大利、英国、荷兰6个国家为核心的多核心网络结构,次级节点主要有比利时、罗马尼亚等国。2000年该组团包括欧洲、非洲、亚洲的41个国家和地区,贸易规模达91.92亿美元,2006年组团规模急剧缩小,核心国家仅保留法国与德国;2012—2018年组团规模不断扩大,2018年规模达到最大,成为全球最大的组团,涉及的国家数量增至52个,范围拓展到北

美,贸易规模增至224.23亿美元。

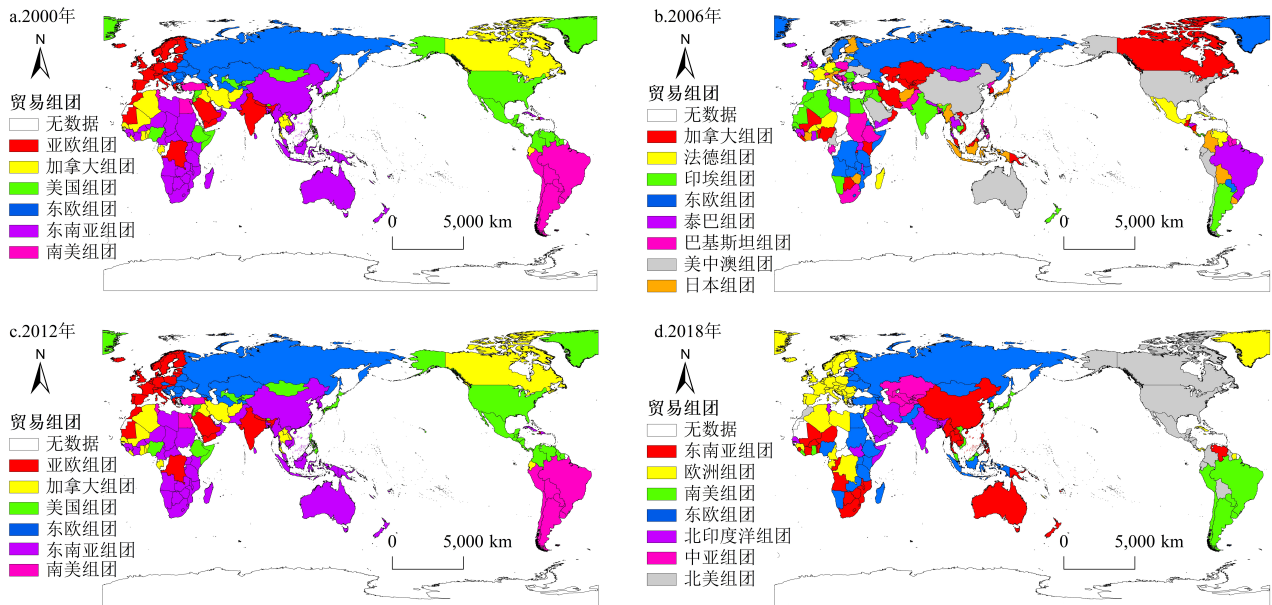
②北美组团。全球第二大组团,由美国组团和加拿大组团合并而成。2000—2012年北美地区分别呈现以美、加为核心的两个独立组团,此后两大组团逐渐融合,2018年两者合并为北美组团。该组团虽然规模较大,涉及南北美洲、非洲21个国家和地区,贸易规模达196.37亿美元,但其仍为单核心网络结构,以美国为绝对核心,次级节点包括加拿大、墨西哥等。

③东欧组团。呈现以俄罗斯、哈萨克斯坦、乌克兰为核心的多核心网络结构,次级节点为埃及、印度尼西亚等国。该组团贸易规模增长速度最快,但组团内部国家结构变化较小,结构相对较稳定。2000年该组团仅包括20个国家和地区,贸易规模为14.36亿美元,规模较小;2018年该组团贸易规模达186.76亿美元,国家和地区数量增至37个,主要成员国以东欧国家为主,此外还包括几个东南亚国家。

④南美组团。主要包括南美洲的国家和地区,呈现以阿根廷、日本、越南为核心的多核心网络结构,次级节点包括埃及、巴西等国。该组团贸易规模增长速度仅次于东欧组团,2000年该组团规模较小,仅包括11个国家和地区,贸易规模约34.13亿美元,而2018年该组团国家和地区数量增至21个,贸易规模扩大为167.52亿美元。相比于2000年,2018年南美组团加强了与东亚和东南亚的贸易联系。

⑤东南亚组团。呈现以中国、澳大利亚、泰国为核心节点的多核心网络结构,次级节点为韩国、印度尼西亚、菲律宾、南非等。2000—2018年该组团包括的国家和地区数量有所减少,但贸易规模稳步增长。2000年该组团包括59个国家和地区,贸易规模达59.52亿美元,2018年该组团贸易规模增至135.83亿美元,国家和地区数量减少为39个,印度尼西亚、马来西亚等国家与其他国家贸易联系减弱,逐渐从该组团中分离出去。

除了以上5个较大的粮食贸易组团,2000—2018年期间全球粮食贸易组团在动态变化中还分化成了若干小组团。如2006年,原有的几个大组团出现分化,组团内部结构趋于松散,在地理空间上形成十分松散的组团分布格局,其中亚欧组团分化留下法德组团,其余国家分散到印埃组团、日本组团、巴基斯坦组团等组团范围;南美组团分化后形成泰巴组团,阿根廷分散到印埃组团;2018年哈



注:基于自然资源部标准地图服务网站审图号为GS(2016)1665号标准地图制作,底图无修改。

图7 2000—2018年全球粮食贸易网络组团空间格局演化

Fig.7 Spatial pattern evolution of global food trade network clusters from 2000 to 2018

萨克斯坦、乌兹别克斯坦、阿富汗等国从东欧组团中逐渐分离,在其西部形成独立的以哈萨克斯坦为核心的中亚组团,同时在其南部形成以印度、沙特、阿联酋为核心的北印度洋组团。

3 粮食贸易网络演化机制分析

全球粮食贸易网络格局的形成是政治、经济、文化、自然条件等因素相互作用而形成的综合结果,且在全球贸易网络演化的不同阶段,各要素所发挥的作用也存在一定差异。

3.1 自然因素驱动

自然禀赋条件是全球粮食贸易网络形成的先决条件。自然禀赋差异决定了全球粮食生产格局,形成了全球粮食贸易网络的初始流动。2000年与2018年全球粮食贸易网络出度排名靠前的国家均拥有广阔的国土面积与耕地面积,2000年加权出度排名前10位国家有5个耕地面积居世界前10;2018年加权出度排名前10位国家有8个耕地面积居世界前10^[25]。而加权入度排名前10的国家大多国土面积狭小,耕地面积较少,如日本、韩国等。此外,地理区位也是全球粮食贸易网络演化的主要因素之一,全球粮食贸易组团的形成与发展遵循地理学第一定律^[26],地理位置邻近的国家间粮食贸易联系更为紧密,2000—2018年全球一半以上的粮食贸易组团在空间上具有邻近性,且2018年地理邻近性的影响更加显著(图7d)。

3.2 经济因素驱动

经济因素是全球粮食贸易网络形成发展的根本动力。在自然禀赋带来粮食贸易网络格局的基础上,经济因素进一步驱动全球粮食贸易网络发展变化,主要是市场供需变化与 market 价格的起伏导致全球粮食贸易网络格局发生变化。当粮食价格处于低点的时候,粮食进口国家将加大进口屯粮,而粮食出口国家将减少出口或者主动减产以减少损失。除了基本的粮食供需驱动全球粮食贸易网络格局变化外,全球经济环境和国家经济体量等因素也影响着全球粮食贸易网络格局。2000年加权度排名前10的国家中有8位GDP也排名前10;2018年加权度排名前10国家有5位GDP也排名前10^[25],国家经济体量对全球粮食贸易加权度有着明显正相关性。

3.3 政治因素驱动

地缘政治关系、国家内部政局稳定等是影响全球粮食贸易网络格局形成与演化的重要条件。国家之间的经济贸易联系以双方良性的政治外交关系为基础和前提,苏联解体后,以俄罗斯为首的东欧国家仍保持着密切的政治经济联系^[27],2000年和2018年的粮食贸易组团划分中,俄罗斯与东欧部分国家始终保持一体,而2018年东欧组团增加了马来西亚、印度尼西亚等东南亚国家,则与俄罗斯“转向东方”的外交战略密不可分^[28]。类似地,欧洲组团也是在欧盟的基础上逐渐扩大规模。除国际地

缘政治因素外,国家内部政局稳定性、粮食贸易政策合理性以及国家参与全球化和区域集团化的能力和积极性等国家内部政治因素也影响全球粮食贸易网络的形成与发展。

3.4 政策因素驱动

政策因素加速或延缓全球粮食贸易网络的形成和发展。贸易自由化政策促进全球粮食资源合理流动,提高粮食贸易网络效率;反之,贸易保护政策阻碍国家之间的粮食贸易合作,甚至遏制全球粮食贸易网络的形成。2001年中国加入WTO以来,实行较低的粮食关税政策,导致粮食进口大量增加,同时与全球粮食市场联系加强,贸易伙伴数量快速增加。2013年,中国提出“‘一带一路’倡议”后,在“一带一路”沿线国家间粮食贸易地位不断凸显,贸易联系程度不断加深^[20]。许多国家于2008、2001年出台诸多遏制或禁止粮食出口的政策,这导致全球粮食贸易联系减弱,引起国际粮食价格剧烈波动;2018—2020年的中美贸易摩擦期间,中美之间的贸易联系急剧减少,两个粮食贸易大国被迫进行贸易对象调整,使全球粮食市场发生变化。

3.5 文化因素驱动

文化邻近与认同是全球粮食贸易网络形成与发展的持续动力。文化因素体现共有的文化认同、宗教理念、价值观和语言等,这些因素短时间内不会发生较大或根本性变化,拥有相同或相似文化基因的国家,在政治与经济交往中都更加便利,更加值得相互信任,从而降低交易成本,实现互惠共赢。2018中东贸易组团与中亚贸易组团为代表的“伊斯兰文化圈”以及2000年的东南亚贸易组团为代表的“儒家文化圈”,均是由于文化邻近形成全球重要粮食贸易组团。

4 结论与建议

基于复杂网络相关理论与方法,利用2000—2018年231个国家和地区的粮食贸易关系数据,从全球、国家和区域三个尺度对全球粮食贸易网络空间结构及其演化机制进行分析,结果表明:

①全球粮食贸易关系逐渐趋于复杂化,网络发育程度逐渐增强。随着国家和地区之间的贸易联系数量稳定增长,全球粮食贸易网络密度逐渐加深,国家和地区的贸易联系更加紧密;同时,网络的平均聚类系数呈上升趋势,平均路径长度逐年下降,网络的整体凝聚程度、连通性和传输效率越来越高。与“一带一路”沿线国家粮食贸易网络研究

结论^[22-23]类似,全球粮食贸易网络也具有典型的小世界网络特性和无标度网络特征,但后者网络密度较前者低。

②世界各国在全球粮食贸易网络中的位置不同,对资源的控制力差异显著。法国、美国、加拿大、荷兰、南非、英国中介中心性稳居世界前10,是全球粮食贸易网络中最重要的核心国家,在全球粮食贸易网络中处于枢纽地位。虽然中国在“一带一路”沿线国家粮食贸易网络占主导地位^[20],但其在全球粮食贸易网络中地位不高,2018年中国接近中心性和中介中心性排名分别仅为32位、18位,这反映中国在全球粮食贸易市场中的资源控制力和影响力与其世界第一大粮食进口国的地位不匹配。

③2000—2018年全球粮食贸易组团始终处于不断分化融合的动态演化中,不同时期呈现不同的贸易组团特征。全球较稳定的贸易组团有5个,除北美组团为单中心结构,亚欧组团、东欧组团、南美组团、东南亚组团均为多中心结构,各个组团在空间上具有邻近性,但分布不连续。与2000年相比,2018年粮食贸易组团数量增加,各个贸易组团的贸易规模扩大。

④全球粮食贸易网络格局的形成是自然、经济、政治、政策、文化等因素相互作用的结果。自然禀赋条件是全球粮食贸易网络形成的先决条件,经济因素是全球粮食贸易网络形成发展的根本动力,地缘政治关系、国家内部政局稳定等是影响全球粮食贸易网络格局形成与演化的重要条件,文化邻近与认同是全球粮食贸易网络形成与发展的持续动力,拥有相同或相似文化基因的国家,有利于降低交易成本,提高贸易效益。政策因素加速或延缓全球粮食贸易网络的形成和发展,贸易自由化政策促进全球粮食资源合理流动,提高粮食贸易网络效率,而贸易保护政策阻碍全球粮食贸易的健康发展。

基于上述结论,为提升中国在全球粮食贸易网络中的影响力以及保障国家粮食安全,提出对策建议:①与全球粮食贸易关键国家建立长期稳定的经贸联系,对于维持全球市场稳定和保障中国国家粮食安全至关重要。全球粮食贸易网络不断趋于复杂化,但其具有典型的小世界网络特性和无标度网络特征,控制权仍掌握在少数核心国家(法国、美国、加拿大、荷兰、南非、英国),中国应与这些国家就粮食贸易特殊性对关税和贸易便利化等方面达成成长期的合作协议,以消除粮食贸易与合作障碍,

尽量避免或减少贸易摩擦。②发挥地缘政治优势,加强与“一带一路”沿线国家粮食贸易与投资。“一带一路”沿线的俄罗斯、乌克兰、哈萨克斯坦等国的农产品贸易与中国具有较强的互补性^[29],通过发挥双方比较优势,形成互惠互利的双边贸易格局;东非地区农业资源开发利用潜力大,通过跨境粮食技术培训、技术援助服务等向非洲国家输出中国先进的农业科技,促进其资源开发利用和粮食生产能力提升,为丰富中国粮食进口来源提供新渠道;加强与“一带一路”沿线国家人缘与文缘建设,促进民心相通,提高贸易与投资便利化水平和沟通效率,降低贸易与投资风险。③实施全球农业战略,加快农业“走出去”步伐,建立全球农产品供应网络,提升中国对全球农业资源的配置力和掌控力。一方面,进一步提升中国对外开放度,深度参与全球粮食贸易合作,拓展粮食贸易合作伙伴,促进粮食进口来源多元化;另一方面,通过对全球粮食生产、运输、销售的投资和技术、管理的转移等方式,与粮食出口国建立粮食生产、加工、仓储、物流等环节的全产业链协作,建立自己的粮食供应网络,确保粮食供应链安全。④完善国内粮食安全保障支撑体系,增强国内粮食生产、储备以及风险防范能力。近年来,国际贸易保护主义逐渐抬头,新冠疫情爆发与扩散加剧了经济民族主义和“逆全球化”趋势,主权国家之间难以协调利益并陷入合作困境^[30],中国应加快适应国内外经济形势的新变化,从粮食生产、流通和储备等方面,进一步提升国家保障粮食安全水平的能力,确保口粮安全,把中国人的饭碗牢牢“端在自己手上”。

参考文献:

- [1] 封志明,肖池伟,李鹏. 中国—东盟自由贸易区粮食生产与贸易的时空格局演变[J]. 自然资源学报,2017,32(6):937-950.
- [2] United Nations World Food Programme (WFP). 2020 Global Report on Food Crises [R/EO]. <https://www.wfp.org/publications/2020-global-report-food-crises>.
- [3] 陈银飞. 2000—2009年世界贸易格局的社会网络分析[J]. 国际贸易问题,2011(11):31-42.
- [4] 蒋小荣,杨永春,汪胜兰. 1985—2015年全球贸易网络格局的时空演化及对中国地缘战略的启示[J]. 地理研究,2018,37(3):495-511.
- [5] 刘志高,王涛,陈伟. 中国崛起与世界贸易网络演化:1980—2018年[J]. 地理科学进展,2019,38(10):1596-1606.
- [6] 宋周莺,车姝韵,杨宇. “一带一路”贸易网络与全球贸易网络的拓扑关系[J]. 地理科学进展,2017,36(11):1340-1348.
- [7] 邹嘉龄,刘卫东. 2001—2013年中国与“一带一路”沿线国家贸易网络分析[J]. 地理科学,2016,36(11):1629-1636.
- [8] 刘立涛,沈镭,刘晓洁,等. 基于复杂网络理论的中国石油流动格局及供应安全分析[J]. 资源科学,2017,39(8):1431-1443.
- [9] 徐斌. 国际铁矿石贸易格局的社会网络分析[J]. 经济地理,2015,35(10):123-129.
- [10] 董迪,安海忠,郝晓晴,等. 基于复杂网络的国际铜矿石贸易格局[J]. 经济地理,2016,36(10):93-101.
- [11] 刘劲松. 基于社会网络分析的世界天然气贸易格局演化[J]. 经济地理,2016,36(12):89-95.
- [12] 何则,杨宇,刘毅,等. 世界能源贸易网络的演化特征与能源竞合关系[J]. 地理科学进展,2019,38(10):1621-1632.
- [13] 袁红林,辛娜. 中国高端制造业的全球贸易网络格局及其影响因素分析[J]. 经济地理,2019,39(6):108-117.
- [14] 王璐,刘曙光,段佩利,等. 丝绸之路经济带沿线国家农产品贸易网络结构特征[J]. 经济地理,2019,39(9):198-206.
- [15] Shutters S T, Rachata M. Agricultural trade networks and patterns of economic development [J]. PLoS ONE, 2012, 7 (7): 39756-39759.
- [16] Cai H B, Song Y Y. The state's position in international agricultural commodity trade: a complex network [J]. China Agricultural Economic Review, 2016, 8(3):430-442.
- [17] 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.
- [18] 王祥,强文丽,牛叔文,等. 全球农产品贸易网络及其演化分析[J]. 自然资源学报,2018,33(6):940-953.
- [19] 王祥,牛叔文,强文丽,等. 实物量与价值量加权的全球农产品贸易网络分析[J]. 经济地理,2019,39(4):164-173.
- [20] Dong C, Yin Q, Lane K, et al. Competition and transmission evolution of global food trade: a case study of wheat[J]. Physica A-Statistical Mechanics and Its Applications, 2018, 509: 998-1008.
- [21] 周墨竹,王介勇. 基于复杂网络的全球稻米贸易格局演化及其启示[J]. 自然资源学报,2020,35(5):1055-1067.
- [22] 陈艺文,李二玲. “一带一路”国家粮食贸易网络空间格局及其演化机制[J]. 地理科学进展,2019,38(10):1643-1654.
- [23] 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.
- [24] 联合国粮农组织数据库[DB/OL]. <http://www.fao.org/faostat>, 2020-09-20.
- [25] 世界银行数据库. 世界发展指标[DB/OL]. <http://www.data.worldbank.org.cn>, 2019-10-02.
- [26] Tobler W R. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region [J]. Economic Geography, 1970, 46(1): 234-240.
- [27] 韩志军,刘绿怡,张晶,等. 中东欧地缘环境多重视角解析[J]. 世界地理研究,2019,28(2):58-67.
- [28] 张悦. 俄罗斯与东盟国家合作新趋势及影响因素[J]. 国际展望,2020,12(3):134-152,158.
- [29] 别诗杰,祁春节. 中国与“一带一路”国家农产品贸易的竞争性与互补性研究[J]. 中国农业资源与区划,2019,40(11):166-173.
- [30] 刘卫东. 新冠肺炎疫情对经济全球化的影响分析[J]. 地理研究,2020,39(7):1439-1449.