

赵 钢,包 旭,杨英宝. 农产品流通网络的鲁棒性及其拓扑结构演进[J]. 江苏农业科学,2014,42(10):405-407.

农产品流通网络的鲁棒性及其拓扑结构演进

赵 钢^{1,2}, 包 旭², 杨英宝¹

(1. 南京航空航天大学民航学院, 江苏南京 2100161; 2. 淮阴工学院交通工程学院, 江苏淮安 223003)

摘要:以江苏省苏北地区农产品流通网络为样本,分析了既有农产品流通网络的鲁棒性;提出了农产品流通网络拓扑结构的现代化演进趋势,并分析了趋势拓扑结构下的农产品流通网络鲁棒性;最后给出了增强当前农产品流通网络鲁棒性的策略。

关键词:农产品;流通网络;鲁棒性;拓扑结构;演进

中图分类号: F252 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)10-0405-03

近些年来,农产品供给的不均衡现象较为严重,农产品价格频繁剧烈波动,形成日益明显的价格涨跌周期律。农产品流通体系薄弱是造成农产品供给不均衡、农产品价格波动最重要的原因之一。我国目前的农产品流通体系与经济社会发展的矛盾日益激化。加快农产品现代流通体系的建设不仅关系到农产品稳定均衡供应,更重要的是关系民生、关系整个宏观经济的运行。构建农产品现代流通体系是农业现代化工程的主要内容之一。在构建农产品现代流通体系的过程中,对农产品现代流通网络结构特征以及流通主体特征的科学认识十分重要。农产品流通网络的鲁棒性是认识农产品现代流通网络结构特征以及流通主体特征的重要内容。研究考察农产品流通网络的鲁棒性有助于深入理解农产品流通网络的结构特性以及动力学特征,对于创新农产品流通方式、农产品均衡供给、稳定农产品价格、降低农产品流通成本和构建现代农产品流通体系有着重要的意义。

1 农产品流通网络系统鲁棒性涵义

农产品流通网络是农产品流通体系的重要组分,是链接各农产品流通主体的物流、资金流、信息流运作及其流通服务的网络。农产品流通系统的鲁棒性很大程度上取决于流通网络的鲁棒性。农产品流通网络的鲁棒性是指农产品流通网络系统在经受内部结构、内部运作和外部环境突发变化等不确定性带来的扰动时仍能保持网络系统特征行为和持续稳定运行的性能。农产品流通网络产生扰动的主要原因,一是系统内部结构和内部运作的变化,二是受外部环境的影响而引起的特征行为渐变。农产品网络的鲁棒性是其网络系统稳定性的进一步发展,反映的是农产品网络系统运作的持续性与持久性。农产品流通网络是人工网络,可以对其进行鲁棒策略的设计。当一个农产品流通网络在不确定性扰动作用下鲁棒性较弱时,可以通过鲁棒策略增强其鲁棒性。鲁棒性是系统本质属性,而鲁棒策略是人工设计方法。近些年来,我国的农

产品流通网络系统面临的结构性风险、系统性风险以及突发事件风险持续增加,农产品流通网络系统中的故障随时可能发生,导致农产品供应的时间和空间上的不均衡,从而引发农产品价格的频繁剧烈波动。要真正最大限度地降低农产品流通网络系统内外部不确定性带来的剧烈波动及其损失,则要从根本上增强农产品流通网络自身的鲁棒性。

2 农产品流通网络结构的鲁棒性分析

江苏省苏北地区是我国主要的农产品生产基地,同时也是工业发达、城市集中、城镇居民密度较大的地区。选择这一地区进行农产品流通体系调研具有典型意义。笔者所在课题组对苏北部分城市的农产品流通网络的主体节点进行了为期 2 年的调研,在对大量调研数据进行整理、统计、分析的基础上,绘制了农产品复杂流通网络的拓扑结构图^[1]。本研究选取了淮安、盐城部分地区数据网络样本(图 1),包括 1 237 个流通主体节点,包括农业生产者、个体运销户、农业产业企业、销售型合作社、产地批发市场、销地批发市场、农贸市场、超市及餐饮服务企业等流通节点,其中农户有 1 029 户。

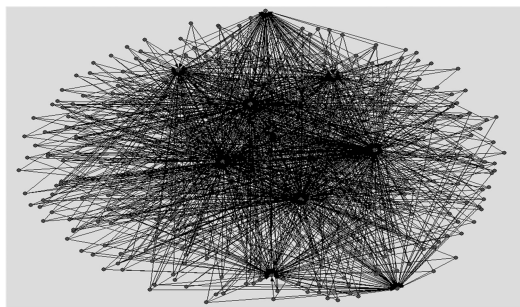
在对调研得出的农产品流通复杂网络拓扑结构图进行分析后,发现一些数据子图在网络拓扑图所占的比例极高,经由这类子图流通的农产品比例约占数据网络中流通总量的 96% 左右,把这类结构相似的占比极高的子图称作农产品流通网络模体。图 2 是由调研数据网络经过统计整理得出的苏北农产品流通网络拓扑结构的模体示意图。

经过大量测算,得出农产品流通网络具有无标度特征,具有明显的幂律特征,标度指数在 $[2,3]$ 区间之内,表明农产品供应链网络的度值具有有限均值,方差随着农产品供应链网络规模的不断扩大而趋于发散^[1]。农产品流通网络属于无标度网络,因此农产品流通网络具有无标度网络生长特性——优先链接特性,即在流通网络中新加入的流通主体倾向于与网络中节点度高即地位重要的流通主体节点建立直接链接,这就产生了马太效应。具有无标度特性的农产品流通网络具有较强的非均匀性,占据流通主体绝大多数的农民节点在流通网络中具有较少的连接度,即销售渠道少,而处于流通网络中间的少量流通主体节点却具有很大的连接度,即少量流通主体具有很多的采购渠道和销售渠道。把农产品流通网络中具有很大连接度即具有很多采购

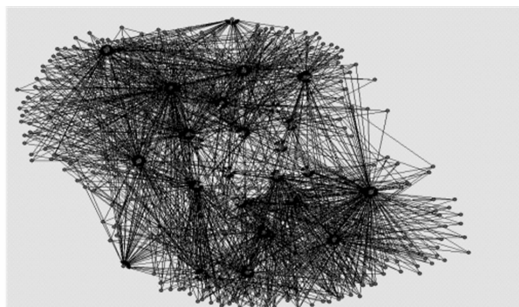
收稿日期:2014-01-13

基金项目:江苏省高校哲学社会科学基金(编号:2012SJB630006);中国民用航空局科技项目(编号:MHRD201125)。

作者简介:赵 钢(1977—),男,山西忻州人,博士,讲师,研究方向为供应链技术与系统管理。E-mail:zgzhaoang@163.com。



a.由节点的实际地理方位结合Kamada-Kawa算法产生的网络拓扑图



b.由节点的实际地理方位结合Frucherman Reingolds算法产生的网络拓扑图

图1 农产品复杂流通数据网络结构

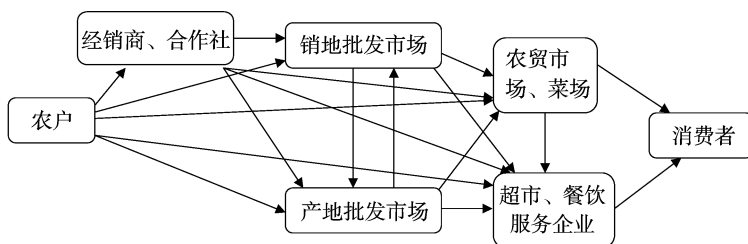


图2 农产品流通网络拓扑结构的模体图

渠道和销售渠道、对所在的农产品流通网络正常运行有着重要作用的主体节点称作农产品流通网络中的 HUB 节点。当前的农产品流通网络结构的 HUB 节点主要是农产品批发市场、农贸市场、农业产业企业、规模较大的运销商和农民运销专业合作社等。

无标度网络对于随机故障具有较强的鲁棒性,主要源于其高度的非均匀性,即绝大多数节点的度值都相对很小,而少量节点的度值相对很大。然而,正是这样的非均匀性,使得无标度网络对于特定的突发事件具有高度的脆弱性,只要极少量的 HUB 节点故障,就会对整个网络的连通性造成很大的影响^[2]。对于目前的农产品流通网络来说,如果只是部分度值小的节点故障,即非 HUB 节点农户遭受突发事件扰动而失去供应能力的情况,对农产品流通网络的整体运作不会产生大的影响;而对于节点度值高的 HUB 节点故障,即流通网络中的供应渠道和销售渠道多的中间商、批发市场、农业产业企业等遭受突发事件的重大影响而严重减弱或丧失功能,就会对所在的农产品流通网络的整体造成巨大影响。农产品流通网络的无标度特性及其相伴的小世界特性,会使得度值高的流通节点遭受外在环境巨大扰动所带来的影响以极快的速度传播至整个局域网络或者全局网络。也就是说,农产品流通网络面对环境的特定扰动不具有鲁棒性而具有脆弱性。当把农产品流通网络的标度指数减小时,随机故障和特定故障对应的阈值也随之降低。可见,农产品流通网络的非均匀性增强时,农产品流通网络会越来越脆弱。随着农产品流通网络标度指数的减小,网络的平均测地线也在减小,小世界性增强。因此,以目前的结构特性成长的农产品流通网络,如果非均匀性继续增强,无论是随机故障还是特定的不确定事件的影响造成的故障,较小的扰动都有可能对农产品流通网络正常运行造成较大的损害。

3 农产品流通网络结构的现代化演进趋势及其鲁棒性

在分析农产品流通网络结构特性时,当增大农产品流通网络的标度指数,网络随机故障和特定故障对应的阈值也随之增加,说明网络抵抗外部扰动的能力增加。可见,当农产品流通网络的幂律指数增大、均匀性增强时,农产品流通网络系统的鲁棒性也随之增加。与发达国家相比,我国目前农产品流通网络存在 2 个基本特征,一是农产品生产者规模普遍较小,二是流通环节较多,流通渠道多向交叉。这 2 个特征存在内生相关性。生产者规模小是导致流通环节较多的最基本因素。这 2 个紧密相关的特征正是导致农产品供应不平衡现象频发、农产品供应质量与效率低下以及流通网络脆弱性的主要原因,其中农产品生产者规模普遍偏小是最根本原因。我国未来的农业和农村经济发展中应采取积极、科学的措施逐步扩大农产品生产者单体规模,使农产品种植生产主体向家庭农场与农业产业企业模式转化。个体农产品生产规模的增大以及家庭农场的生产模式客观上会驱动流通网络结构的变化,由多阶结构转向低阶结构,甚至只经过 2 阶供应链节点就可以到达消费者,如农超对接、农企对接、农市对接模式等。这样的结构形态正是未来农产品流通网络的结构模体。现代农产品流通网络的演进趋势结构模体如图 3 所示,图中 A_i 表示农产品种植生产者, C_i 表示农产品流通主体。

与图 2 当前的农产品流通网络相比,以图 3 的结构模体构建的农产品流通网络中有绝对优势连接度的 HUB 节点数会大幅度减少。经过测算,以图 3 的结构模体构建的农产品流通网络的幂律指数比当前的农产品流通网络要高很多,说明其农产品流通网络结构的非均匀性大大减低,网络随机故障和特定故障对应的阈值也随之增加,网络抵抗内部不确定性和外部环境突发事件的能力增强,鲁棒性得到大幅度的提

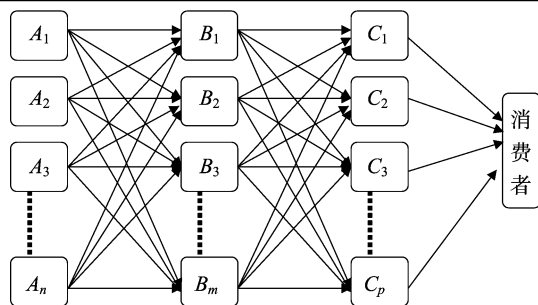


图3 农产品流通网络演进趋势模式

升。在以图2为模体的既有流通网络结构下,农产品供应链上下环节之间是一种短暂交易行为,流通网络不稳定;参与者众多且分散,交易条件和价格信息杂乱,信息容易失真;链上各环节属于不同的主体,由于利益、信息获取、谈判能力等方面的差异,供应链集成度低,削弱了个体力量的集中释放^[3]。另外,目前的农产品流通网络结构也造成了农产品流通体系中的信息不均衡、不对称,信息在各主体间流通不畅,很容易造成农产品生产的盲目性。农产品流通体系中的生产端与销售端的信息不对称,就可能造成生产与价格之间的蛛网效应,从而导致价格频繁波动,农产品供应不均衡。以图3为模体的农产品流通网络不再具有当前农产品网络结构的较强的无标度特征,有利于农产品的均衡供给,同时也大大降低了农产品流通体系中各主体尤其是农户的市场风险。以图3为模体的农产品流通网络由于农产品种植单体规模扩大,农产品流通渠道显著缩短,在这样的网络结构下信息流通顺畅及时、不容易失真,各主体间不会出现较大的信息不对称;因其农产品生产主体规模扩大,网络连接度增加,流通环节之间是一种持久的交易行为,环节之间连接紧密,流通网络较为稳定。

4 增强农产品流通网络鲁棒性的策略

4.1 培育新型农业经营主体,扩大农产品种植生产者的单体规模

由前面的分析得出,实现农产品直销、农超对接、农企对接、农市对接、订单农业可以增加农产品流通网络结构的标度指数,降低农产品网络结构的非均匀性,进而增强其抵抗内部不确定和外在环境突发事件扰动的鲁棒性,而在市场环境下真正实现农超对接、农企对接、农市对接、订单农业的最根本的驱动力是农产品生产者的单体生产规模的扩大。农户生产规模小、市场化程度低是形成当前农产品流通网络结构的最根本原因。农产品生产主体的规模小造成农产品流通体系中参与交易的主体数量众多,单体交易规模小,流通环节多,客观上造成了流通网络拓扑结构的高度非均匀性,随着网络的标度指数的降低,网络非均匀性增强而网络测地线长度却降低,最终导致农产品流通网络的脆弱性增加,面对内在的不确定性以及外在环境的扰动时显示出很弱的鲁棒性。培育新型农业经营主体、扩大农产品生产主体的规模、增强其市场对接能力、削弱信息不对称、提升农民信息获取能力,进而实现农超对接、农企对接、农市对接、订单农业,是优化农产品流通网络结构、有效控制蛛网效应降低系统风险、降低农产品流通网

络非均匀性、增强流通网络体系鲁棒性的基础工程。

4.2 加强流通网络 HUB 节点的监管,提升流通网络关键节点鲁棒性

如前所述,对于当前的具有无标度和小世界特性的农产品流通网络来说,如果只是部分度值小的非 HUB 节点遭受突发事件扰动而失去运转能力的情况,对农产品流通网络的整体运作不会产生大的影响,而对于度值高的 HUB 节点遭受突发事件的重大影响而严重减弱或丧失功能,就会对所在的农产品流通网络的整体造成巨大影响。农产品流通网络中的 HUB 节点对于所在的农产品网络的稳定运行具有关键作用。因此,对于当前的农产品流通网络,增强 HUB 节点的鲁棒性是提高整体网络鲁棒性的主要工作。当前的农产品流通网络结构的 HUB 节点主要是农产品批发市场、农贸市场、农产品种植大户、农业产业企业、规模较大的运销商和农民运销专业合作社等。做好这些流通节点的建设与监管,使其在流通体系中发挥稳定作用,增强其抵抗突发事件扰动的能力,提高这些节点的鲁棒性,是增强当前农产品流通网络鲁棒性,形成稳定的农产品供求关系,保障农产品稳定均衡供给的关键路径。

4.3 发展农民专业合作社,增强合作社的市场对接能力

农民专业合作社是发展农户联合与合作的主要载体,是推进农业经营方式转变、推动农产品现代流通体系建设的有效形式,是增强农民在流通市场中的话语权、消除农产品流通信息不对称的重要组织。在德国、法国、荷兰等欧洲国家,农业合作组织作为农业产业化的重要载体,发挥了十分重要的作用,这是与其家庭式农庄经营相适应的。近年来,欧洲经典合作的罗虚代尔原则在实践中已发生了很大的变化,这些国家的传统合作组织也相应发生变化:大型化、公司化、广域化及国际化,合作制与股份制的交融与渗透,合作社趋向办股份制企业^[4]。欧洲农产品的稳定均衡供给与其农产品流通网络结构密切相关,而欧洲的农产品网络结构特性的根本决定主体是其家庭农场和农民合作社的强大。推进农民合作社的建设,建立农产品种植大户带动型、经纪人购销型、农业产业企业订单型、服务组织全托型的多种合作社运作模式^[5],推动农产品种植生产规模化,扩大农民合作社单体规模,增强农民合作社的服务能力和市场应对能力,是提升农产品流通网络系统鲁棒性、保障农产品高效、稳定、均衡供给的必由之路。

参考文献:

- [1] 赵 钢,周凌云,周桂良,等. 农产品流通网络拓扑结构统计特性[J]. 江苏农业科学,2013,41(11):417-421.
- [2] Barabási A L. Scale-free networks: a decade and beyond[J]. Science,2009,325(5939):412-413.
- [3] 李季芳. 我国生鲜农产品供应链管理思考[J]. 中国流通经济,2007,21(1):17-19.
- [4] 申屠步生. 关于欧洲农业产业化经营的考察与启示[J]. 商业经济与管理,2002(10):25-28.
- [5] 《农业现代化工程读本》编委会. 农业现代化工程读本[M]. 南京:江苏人民出版社,2013:325-330.