

大数据时代快递与电子商务 产业链协同度研究^①

沈颂东 亢秀秋

(吉林大学商学院)

研究目标：研究快递与电子商务产业链协同度。**研究方法：**从产业链视角出发，以协同学理论为基础，构建快递与电子商务产业链协同度模型。采用聚类—灰色关联分析方法构建快递与电子商务产业指标体系，并依据 2008~2015 年监测的面板数据进行实证分析。**研究发现：**快递与电子商务均向着有序化的方向发展；电子商务有序度大于快递有序度；快递与电子商务呈现出良好的协同发展态势，但协同发展仍不稳定。**研究创新：**将快递与电子商务产业分别作为两个子系统，将快递与电子商务产业链整体作为复合系统，体现二者协同发展的复杂性。**研究价值：**推动快递与电子商务产业链的进一步纵向深度融合发展，电子商务给快递带来红利的同时又倒逼着传统快递加速转型升级。

关键词 协同度 产业链 协同学理论 电子商务 快递

中图分类号 F252.5 **文献标识码** A

一、引言与文献综述

大数据及互联网时代，很多传统产业都会在市场的作用下，不断地进行着跨界的整合、创新，并形成新的商业模式。商业模式是否成功主要是看能否给社会带来更大的效用。而产业链的关键环节在于是否能形成相互合作、相互依靠、共同成长的高度协同状态，这是其内在运行合理性的体现。在如今的互联网时代，网络购物给人们带来了极大的方便，电子商务与快递已成为人们生活中必不可少的两大元素。电子商务的兴起给快递带来了巨大的发展空间，催生了快递的发展。但快递作为电子商务的支撑，目前发展较慢，已成为阻碍电子商务发展的主要因素（韩瑞玲等，2011；李鹏飞和张攀，2014；陈宾，2016）。在推动供给侧结构性改革中，快递与电子商务的协同发展具有巨大的潜力。

目前，已有一部分学者关注快递与电子商务的协同发展问题，但多数为供应链视角下的模型分析或者简单的关联分析，从产业链视角以及协同学理论进行的研究很少。供应链强调的是供应商、制造商、分销商和零售商等这些将产品或服务提供给最终用户所涉及的上下游企业，是对应于多个企业而言的，并不能充分地说明快递与电子商务这两个产业之间的关系。而产业链强调的是分工所带来的不同质的产业的链条关系（郁义鸿，2005），快递与电子商务作为一种新型的产业

^① 本文获得国家社科基金重大项目“‘十三五’时期环境治理与经济发展方式转变相互协调机制研究”（15ZDA015）的资助。

链形态,具有重要的研究意义(王法涛和苑春荟,2014)。快递与电子商务的协同发展是一个涉及产业链中多个环节的复杂系统,每个环节可以单独作为一个子系统,子系统之间通过信息和知识的交换相互作用,这种复杂性体现在整体性、相关性和动态性上。快递与电子商务之间并不是简单的关联关系,而是两个子系统之间的复杂作用关系。协同学理论的基本思想是在开放的系统中,子系统在相互作用下从无序到有序的演化(张亚明等,2009;郑荣等,2013),用来阐释快递与电子商务产业链的演化进程,能够更全面地说明二者之间的协同关系。因此,从产业链视角以及协同学理论研究快递与电子商务的协同发展过程是十分必要的。

1. 产业链理论

产业链(Industrial Chain)最初起源于中国学者对产业关系的研究,但其基本思想建立在古典主流经济学中的劳动分工基础上。产业链的本质是以劳动分工为基础的产业优化组合,目的在于提高产业竞争力和经济效益。从产业关系角度,依据郁义鸿(2005)的定义,产业链是指在一种最终产品的生产加工过程中——从最初的自然资源到最终产品到达消费者手中——所包含的各个环节构成的整个生产链条。每个产业作为产业链中的一个环节进行链接,产业之间具有紧密的内在联系(卢明华等,2004)。此外,产业链是产业间关系的表达(杨锐,2012)。从组织分工角度,产业链强调的是相关联的异质产业之间的分工合作关系,是在劳动分工经济基础上建立的一种产业组织形式。产业链作为一种相互协作的生产链条,将相关联的产业进行优化组合,是提高整体经济效益和产业在市场竞争力的有效方式(杜龙政等,2010)。

郁义鸿(2005)依据产品自身的特性和技术条件因素将纵向产业链分成三种类型,分别为:上游产业的产品作为最终产品的类型Ⅰ,在这种类型中下游产业是上游产业的分销;上游产业的产品作为中间产品的类型Ⅱ,在这种类型中上游产业的产品是下游产业的投入品;上游产业的产品既可以作为最终产品又可以作为中间产品的类型Ⅲ,在这种类型中上游产业的产品既可以是面对零售商的最终产品,也可以是下游产业的投入品。在电子商务和快递产业链中,电子商务作为上游产业,面对的是终端消费者,而快递链接在电子商务与终端消费者之间,既不生产产品和加工产品,也不销售产品,其特性为递送商品的服务性媒介,是保证电子商务稳定运营的基础。因此,很难将电子商务和快递产业链归为以上任何一种类型中。研究电子商务和快递这一新型的产业链形式,弥补了以往产业链研究中的不足。

通过加强快递与电子商务这两个产业之间的分工、协调、整合、沟通以及相互关联,使得具有不同功能和不同价值的产业有机地联系在一起,形成产业链结构,并产生协同效应(胡求光和朱安心,2017)。这种产业链的协同,促进了整体效率的最优化,自发地形成利益最大化的经营模式,激发产业链整合和纵向一体化等模式的创新。最终,实现产业链整体上的对于市场需求变化的快速反应和运作效率的最优化。

2. 协同学理论

Ansoff^①在1965年首次将协同思想引入管理学中,指出各个独立的主体或系统能够形成合作群体,形成的合作群体相比于各个独立主体或系统的简单汇总而言,能够表现出更好的业务效果。各个独立的主体或系统在相互联系和发展的过程中形成合作群体,在合作群体内部通过各要素之间的配合、协作以及支配作用,使独立的主体或系统有机结合在一起,并产生不同于原来的质变。Haken在1978年出版的《协同学》一书中,首次正式提出协同学

^① Igor Ansoff 在 1965 年出版成名作《公司战略》,并首次向公司经理们提出了协同理念。

的概念,并将协同学建立为一门正式学科。协同理论的基本思想是,在一个开放系统中存在大量既独立运动又相互作用的子系统,当子系统之间的协同效应较弱时,系统是无序的,当子系统的协同效应达到并超过某一临界点时,系统通过自组织发生相变而呈现出稳定协同的有序状态(哈肯,1989)。

协同学理论是以系统论、信息论、控制论、突变论等现代科学成果为基础发展而来的理论,具有深厚的理论基础。快递与电子商务产业链的协同作用取决于其内部各种要素之间的相互作用,将快递与电子商务两个子系统内的各种要素、资源进行合理的配置,在自组织和市场等动因的促使下(张亚明等,2009),产业链内的每一个成员企业通过自主和自发地寻求合作和发展,发生知识、技术、创新和价值等信息的沟通与交换,在竞争中协调相互之间的相关联系。当这种相互作用到达临界点时,系统整体发生质变而形成协同效应(郑荣等,2013),逐渐进入协调稳定发展的有序状态。

协同学理论的优势在于,采用统计学与动力学的方法,通过建立数学模型,能够将复杂的社会现象转化为系统、严谨、客观的方程语言进行定量分析,以研究复杂系统从无序转变到有序的演进和变化规律(唐晓波和黄圆媛,2005)。以协同学理论为依据的协同度测算的相关成果较为丰富。如金学芳和侯家麟(2016)应用协同学理论研究了企业并购中各企业子系统以及复合系统的协同度,并提出了提升协同度的策略。吴笑等(2015)以协同学理论为基础,建立了协同创新的协同度测算模型,构建了指标体系,并实证研究验证了模型的有效性。毕克新和孙德花(2010)依据协同学理论中的序参量原理和役使原理,从系统的角度入手,创造性地建立了工艺创新与产品创新协同度模型,实证研究了制造业中的产品创新与工艺创新的协同发展。

也有少量学者依据协同学理论研究了电子商务与快递的协同度,如刘丹和卢伟伟(2014)以及武淑萍和于宝琴(2016),分别构建了电子商务与快递的协同发展模型,并测算了协同度。现有的关于协同学理论应用的文献中,多为不同系统或系统内部的协同创新以及协同模型的构建,在产业协同的研究中也多为制造业与物流业的协同,对于快递与电子商务的协同发展研究较少。此外,随着大数据的发展,以及电子商务与快递产业数据监测的逐步完善,序参量指标的筛选以及可供分析的数据更加完整(王佐,2017),这有利于协同学理论的进一步优化应用。

3. 快递与电子商务的协同发展

快递与电子商务作为产业链中不可分割的一个整体,二者的发展相辅相成。学者们从不同的角度研究了快递与电子商务的协同发展问题,但相关研究结论并不一致。在协同关系上,快递与电子商务作为一个密不可分的共同体,之间的协整关系具有长期稳定性,具有良好的协同关系(李鹏华,2016),并且这种协同关系建立在电子商务快速发展的基础之上,但快递的滞后发展是协同关系的阻碍(陈宾,2016)。相反,也有学者认为,虽然快递与电子商务分别处于不同的发展阶段,快递所处的发展阶段落后于电子商务,但发展速度高于电子商务,快递与电子商务协同度较低(卢明华等,2004)。在关联强度上,网络购物与快递物流之间关联较强,快递物流是网络购物的支撑,网络购物为快递物流带来了机遇,网络购物与快递物流之间呈现出倒U形的曲线关系(韩瑞玲等,2011;哈肯,1989)。相反的,李俊英(2011)采用灰色关联分析方法,分析了快递与供应链中的前向产业之间的关联度,指出快递与前向产业的关联度均较高,但相对来说电子商务与快递的关联度最小。

综上,现有的少量研究中,学者们对于快递与电子商务的协同发展问题的相关研究结论

并不一致,无论是在协同关系还是在关联强度上,均有相对立的结论出现。快递与电子商务之间的协同发展复杂程度较高,涉及复杂的流程与密切的相互作用关系,具有资源互补性和功能互补性,现有研究未能体现出这种复杂性。

二、快递与电子商务协同度模型构建

鉴于快递与电子商务处于同一产业链中的特殊性,本研究依据协同理论,分析了快递与电子商务产业链协同的基本架构,以及快递与电子商务产业链协同作用机制,并在此基础上构建了快递与电子商务产业链协同度模型。

1. 基于协同理论的分析

本研究为了更清晰地研究快递与电子商务的协同机制,选择从产业链的角度来研究电子商务与快递之间的协作。在产业链协同的研究中,产业链描述的是具有内在联系和相关性的产业之间形成的功能性链状结构(郑大庆等,2011),产业链中的上游和下游之间发生大量的知识、信息、技术和价值交换。产业链的核心问题是如何动态地协调相关产业,以提高相关产业的市场反应能力、经济效益和运作效率(谢莉娟等,2016)。据此,本研究建立了快递与电子商务产业链协同模型,如图1所示。产业链中的关键环节为电子商务、快递和顾客。电子商务作为产业链的上游,将产品递交给快递,通过快递再将产品转交给处在下游的顾客(这里的顾客包括零售商、分销商以及终端顾客),顾客收到产品后将资金付给电子商务。在这个过程中,快递作为一种特殊的存在,既不是制造商、分销商和零售商,也不是产业链终端的顾客,不与终端顾客发生交易关系,但却受到顾客的监督与约束。从本质上看,快递所出售的是递送服务,具有媒介的作用,交易方只有电子商务一侧,但却为电子商务和顾客两侧提供服务。在产业链中,快递与电子商务的协同合作是整个产业链良好运作的关键环节。协同合作不仅可以优化节点企业与第三方物流间的整体利润,还会获得共赢的局面(杨德礼和于江,2003)。快递与电子商务之间的良好协作,需要有协同要素的支撑,包括协同绩效、同步决策、信息共享、激励一致、流程创新等(Togar和Ramaswami,2008)。

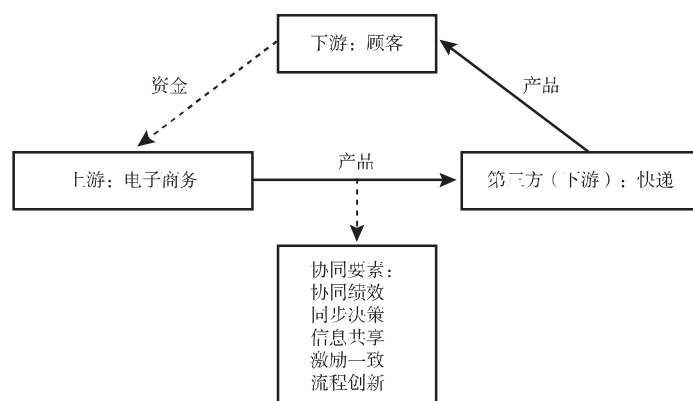


图1 快递与电子商务产业链协同模型

根据协同学理论,本研究将快递和电子商务作为两个独立又相互作用的子系统,将快递与电子商务构成的协同产业链作为一个复合系统。快递子系统与电子商务子系统之间的协同作用如图2所示。快递子系统与电子商务子系统分别在战略决策层、管理控制层和运作执行层三个层次上进行协同合作(韩军涛,2014;罗琼,2013)。在此过程中,两个子系统之间

在无形中会有知识流以及信息流的传递, 这些信息、知识经过选择以及内化等过程, 由隐性知识转变为显性知识, 被各子系统所利用, 以此往复循环, 复合系统将逐渐强大并迎来质的变化, 即产生协同效应 (乔志强, 2009)。

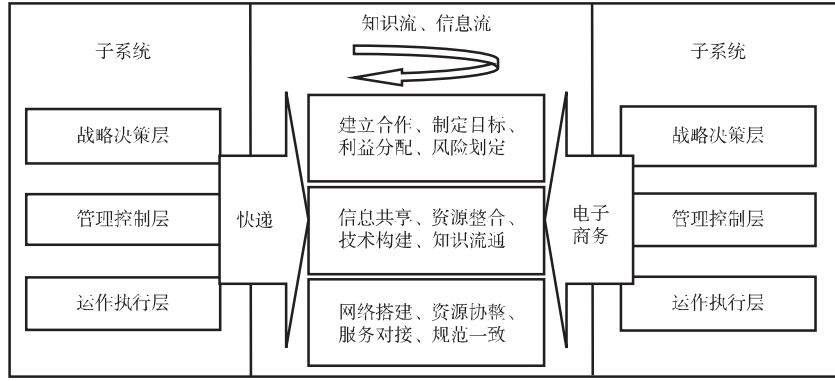


图2 快递与电子商务复合系统协同

2. 协同度模型构建

根据上文中建立的快递与电子商务产业链协同模型和快递与电子商务复合系统协同, 深入了解了快递与电子商务在产业链中的协同模式, 以及复合系统内部的协同方式, 据此, 在协同学理论的基础上, 构建快递电子商务协同度模型 (杜龙政等, 2010; 胡求光和朱安心, 2017; Haken, 1978)。

定义1 协同过程

设快递与电子商务组成的复合系统 $S = f(S_1, S_2)$, S_1 为快递子系统, S_2 为电子商务子系统, f 为快递子系统与电子商务子系统协同发展的复合因子。

在复合系统的协同演化过程中, 每一个子系统都由若干个序参量所支配, 序参量操控着复合系统中子系统之间的协同作用。

设子系统 S_i 的序参量为 $e_i = (e_{i1}, e_{i2}, \dots, e_{in})$, 其中, $i \in [1, 2]$, $n \geq 1$, $\beta_{ij} \leq e_{ij} \leq \alpha_{ij}$, $j \in [1, n]$ 。这里的 β_{ij} 和 α_{ij} 分别是系统在稳定状态下, 序参量 e_{ij} 的下限与上限。

依据协同理论, 慢参量在临界点处会对系统产生截然相反的正、负两种功效。这里的正功效是指随着慢参量的增大, 系统的有序度增大; 负功效是指随着慢参量的增大, 系统有序度降低。

因此, 一般假定, $e_{i1}, e_{i2}, \dots, e_{il}$ 的取值越大, 系统有序度越高; $e_{il} + 1, e_{il} + 2, \dots, e_{in}$ 的取值越大, 系统有序度越低。由此, 可以定义子系统序参量有序度以及子系统有序度。

定义2 子系统有序度

快递子系统与电子商务子系统 S_i 的序参量 e_{ij} 的有序度公式为:

$$u_i(e_{ij}) = \begin{cases} \frac{e_{ij} - \beta_{ij}}{\alpha_{ij} - \beta_{ij}} & j \in [1, l] \\ \frac{\alpha_{ij} - e_{ij}}{\alpha_{ij} - \beta_{ij}} & j \in [l+1, n] \end{cases} \quad (1)$$

由式 (1) 可知, $u_i(e_{ij}) \in [0, 1]$, $u_i(e_{ij})$ 的值越大, 序参量 e_{ij} 对系统有序度的作用越大。因此, 从整体上来看, 序参量 e_{ij} 在子系统 S_i 有序度中的贡献作用, 可以通过序参量有序度 $u_i(e_{ij})$ 的集成来实现。子系统有序度在整体上的表现, 不仅取决于序参量有序度

的大小,还取决于各序参量之间的有效组合。本研究采用线性加权方法,模拟并定义子系统 S_i 的有序度。

$$u_i(e_i) = \sum_{j=1}^n \lambda_j u_{ij}(e_{ij}) \quad \lambda_j \geq 0 \text{ 且 } \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad (2)$$

由式(2)可知, $u_i(e_i) \in [0, 1]$, 其中, λ_j 为相对应的序参量 e_{ij} 的权重,反映了序参量 e_{ij} 在系统有序度中所起到的作用。 λ_i 的确定要考虑到系统的运行现状以及发展目标,在本研究中, λ_i 采用熵值法来确定。 $u_i(e_i)$ 值越大,序参量 e_i 对子系统 S_i 的贡献作用越大,子系统 S_i 的有序度越大; $u_i(e_i)$ 值越小,序参量 e_i 对子系统 S_i 的贡献作用越小,子系统 S_i 的有序度越小。

定义3 复合系统协同度

假定在给定的时刻 t_0 , 子系统序参量的系统有序度为 $u_i^0(e_i)$, $i \in [1, 2]$; 随着复合系统在子系统的相互作用下的协同演变,在 t_1 时刻,子系统序参量的系统有序度为 $u_i^1(e_i)$, $i \in [1, 2]$ 。因此,在 t_0 到 t_1 这段时间内,复合系统的协同度公式为:

$$syn = \theta \sqrt{\left| \prod_{i=1}^2 [u_i^1(e_i) - u_i^0(e_i)] \right|} \quad (3)$$

$$\theta = \frac{\min_i [u_i^1(e_i) - u_i^0(e_i)]}{\left| \min_i [u_i^1(e_i) - u_i^0(e_i)] \right|} \quad (4)$$

由式(3)可知,复合系统协同度 $syn \in [-1, 1]$ 。当 $syn \in [0, 1]$ 时, syn 值越大,子系统协同程度越高; syn 值越小,子系统协同程度越低。当一个子系统有序度较高,而其他子系统有序度较低时,复合系统协同度不高,此时, $syn \in [-1, 0]$ 。

三、序参量指标体系

1. 原始指标及数据来源

序参量是伴随着系统从无序到有序的相变而产生的。在系统发生相变之前,序参量为零,当相变发生后,序参量随着系统有序度的增强而快速增大。序参量来源于子系统的协同作用并支配着子系统的行为。子系统间的协同作用生成有序结构,并且当存在多个序参量时,多个序参量协同一致共同决定系统的有序结构(孙玲, 2009)。

本研究依据系统性、科学性、可操作性、可比性、层次性以及简明性的原则,参照我国当前快递与电子商务实际发展水平,综合考虑以往文献中指标的选取,选取使用频度较高且数据可获得的指标,且选取的指标需要能够充分体现系统的有序性质。本研究的原始指标主要分两类进行选取,一类是基础设施,无论是快递还是电子商务,都依赖于基础设施的发展,良好的基础设施能够为快递与电子商务的发展助力,加快其发展速度。相反,基础设施的缺乏会严重阻碍快递与电子商务的发展。另一类是经营规模。经营规模能够从经济指标角度较好地体现快递与电子商务的发展水平、现状以及状态。综上,分别从中国邮政管理局官方网站、中国电子商务研究中心官方网站以及历年《中国统计年鉴》获取 2008~2015 年共 8 年的能够代表电子商务与快递发展水平的序参量原始指标及数据。其中,快递子系统序参量指标体系中包括 10 个经营规模指标、11 个基础设施指标;电子商务子系统序参量指标体系中包括 12 个经营规模指标、14 个基础设施指标。如表 1 和表 2 所示。

表 1 快递子系统序参量指标体系

一级指标	二级指标	代码	指标说明
经营规模	邮政行业业务收入（亿元）	Y ₁	资料来源：国家邮政局编，《快递市场监管报告》，中国邮政管理局官方网站，2008~2015 年。
	邮政行业业务总量（亿元）	Y ₂	
	快递服务企业业务量（亿件）	Y ₃	
	快递服务企业业务收入（亿元）	Y ₄	
	国内同城快递量（万件）	Y ₅	
	国内异地快递量（万件）	Y ₆	
	国际及港澳台快递量（万件）	Y ₇	
	国内同城快递收入（亿元）	Y ₈	
	国内异地快递收入（亿元）	Y ₉	
	国际及港澳台快递收入（亿元）	Y ₁₀	
基础设施	平均每一营业网点服务面积（平方公里）	Y ₁₁	资料来源：国家统计局编，《中国统计年鉴》，中国统计出版社，2009~2016 年。
	平均每一营业网点服务人口（万人）	Y ₁₂	
	邮路总长度（万公里）	Y ₁₃	
	航空邮路总长度（公里）	Y ₁₄	
	铁路邮路总长度（公里）	Y ₁₅	
	汽车邮路总长度（公里）	Y ₁₆	
	农村投递路线（公里）	Y ₁₇	
	城市投递路线（公里）	Y ₁₈	
	邮政业营业网点（处）	Y ₁₉	
	快递营业网点（处）	Y ₂₀	
	邮政业就业人员数（人）	Y ₂₁	

表 2 电子商务子系统序参量指标体系

一级指标	二级指标	代码	指标说明
基础设施	互联网宽带接入端口（万个）	X ₁	资料来源：国家统计局编，《中国统计年鉴》，中国统计出版社，2009~2016 年。
	互联网宽带接入用户（万户）	X ₂	
	域名数（万个）	X ₃	
	网站数（万个）	X ₄	
	网页数（万个）	X ₅	
	IPv4 地址数（万个）	X ₆	
	城镇居民每百户家用电脑拥有量（台）	X ₇	
	城镇居民每百户移动电话拥有量（部）	X ₈	
	农村居民每百户家用电脑拥有量（台）	X ₉	
	农村居民每百户移动电话拥有量（部）	X ₁₀	
	移动电话普及率（部/百人）	X ₁₁	
	互联网普及率（%）	X ₁₂	
	互联网上网人数（万人）	X ₁₃	
	移动电话用户数（万户）	X ₁₄	

(续)

一级指标	二级指标	代码	指标说明
经营规模	电子商务交易额 (万亿元)	X ₁₅	资料来源: 中国电子商务研究中心编, 《中国电子商务市场数据监测报告》, 中国电子商务研究中心官方网站, 2008~2015 年。
	B2B 电子商务市场交易额 (万亿元)	X ₁₆	
	网络零售市场交易规模 (亿元)	X ₁₇	
	网络零售市场交易规模占比社会消费品零售总额 (%)	X ₁₈	
	电子商务服务企业直接从业人员 (万人)	X ₁₉	
	电子商务间接带动的就业人数 (万人)	X ₂₀	
	B2B 电子商务营收规模 (亿元)	X ₂₁	
	第三方电子商务平台的中小企业用户规模 (万家)	X ₂₂	
	B2B 电子商务企业规模 (家)	X ₂₃	
	网络购物用户规模 (亿户)	X ₂₄	
	移动网购交易规模 (亿元)	X ₂₅	
	网络购物渗透率 (%)	X ₂₆	计算得出: 网络购物用户规模/互联网上网人数

2. 基于聚类—灰色关联分析的指标筛选方法

本研究中, 快递子系统选择了 21 个原始指标, 电子商务子系统选择了 26 个原始指标, 由于快递与电子商务是最近几年才迅速发展起来的新兴产业, 2008 年之后才渐成规模, 相关数据搜集较为困难, 因此只选取了 2008~2015 年 8 年的数据。本研究的初始数据特点为, 时间跨度较小、原始指标较多且数据量较少。聚类—灰色关联分析作为灰色系统理论的重要组成部分, 对样本以及数据的数量、统计规律没有特殊性要求, 适用于本研究中的数据特点, 并且该方法已经成功应用于经济、社会等众多领域之中。因此, 本研究选择聚类—灰色关联分析方法筛选指标 (顾在浜等, 2013; 鲍新中等, 2012)。

(1) 聚类分析方法及步骤。聚类是依据一定的准则, 将指标变量按照相似程度进行分配, 把相似性较大或距离较近的指标聚合在同一类中, 使得聚合为同一类中的各个指标之间的差异较小, 使不同类别中的指标之间的差异较大。通过聚类方法, 能够将原始指标变量分类为差异较大的几类, 使得不同类别指标之间反映的信息不同。

本研究选用研究最深入且应用最广泛的系统聚类方法进行指标筛选。系统聚类的基本思想是: 首先, 将各个指标变量各自成为一类, 若有 n 个指标, 则分为 n 类; 其次, 通过指标变量间的距离或者相似性, 将差异最小的两个指标变量聚合为一类, 则分为 $n-1$ 类; 然后, 通过新聚合的类与其余各指标变量间的距离或者相似性, 再将差异较小的两类合并, 则分为 $n-2$ 类; 不断重复以上的步骤, 直到所有的指标变量均在同一类中, 则分为 1 类。

常用的系统聚类方法有很多, 这些方法的原则和步骤基本类似, 只是不同类别之间的距离以及递推公式不同。本研究选用离差平方和法 (Ward 法) 来将指标变量聚类。该方法来源于方差分析, 同一聚类中的指标变量离差平方和较小, 不同聚类中的离差平方和较大。

若将 n 个指标分成 k 类, $G_1, G_2, \dots, G_k$, n_i 指 G_i 中指标的个数, $X_i^{(j)}$ 为第 i 类指标即 G_i 中的第 j 个指标 ($j=1, 2, \dots, n_i$), $\bar{X}_i$ 指第 i 类指标的样本平均值, 则第 i 类指标的离差平方和 S_i 为:

$$S_i = \sum_{j=1}^{n_i} (X_i^{(j)} - \bar{X}_i)^T (X_i^{(j)} - \bar{X}_i) \quad (5)$$

k 个类总离差平方和 S 为:

$$S = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (X_i^{(j)} - \bar{X}_i)^T (X_i^{(j)} - \bar{X}_i) \quad (6)$$

将两类合并所增加的离差平方和定义为平方距离, 则距离为:

$$D_{pq}^2 = \frac{n_p n_q}{n_h} (\bar{X}_p - \bar{X}_q)^T (\bar{X}_p - \bar{X}_q) \quad (7)$$

递推公式为:

$$D_{rh}^2 = \frac{n_p + n_h}{n_r + n_h} D_{ph}^2 + \frac{n_q + n_h}{n_r + n_h} D_{qh}^2 - \frac{n_h}{n_r + n_h} D_{pq}^2 \quad (8)$$

(2) 灰色关联分析方法及步骤。灰色关联分析方法是指针对数据量小、信息贫乏的不确定性系统为研究对象, 从有限的已知数据中挖掘有价值信息的一种分析方法。灰色关联分析的基本思想是, 根据不同指标变量序列曲线形状的相似性来判断各个指标变量联系的紧密性, 根据紧密性可以判别出系统中各个指标变量的主次关系, 从而找出主导指标变量。通过灰色关联分析方法, 能够将聚类分析中得到的同一类别中的多个指标变量进行筛选, 从本身很相似的多个指标变量中筛选出一个能够主导系统整体的主要指标变量, 在原始数据信息损失最小的情况下使高维度变量降维, 以达到简化数据结构、降低指标相关性、筛选出具有代表性指标的目的。

在进行灰色关联分析之前, 为了加强各指标变量之间的可比性, 需要对原始数据进行转换, 将负向性指标转换为正向性指标, 本研究中的指标均为正向性指标, 无须转换。此外, 由于灰色关联分析会受到指标的数量级和量纲的影响, 为了排除这一不合理影响因素, 需要对原始指标数据进行标准化处理。Z-score 标准化方法的公式为:

$$x_i'(t) = \frac{x_i(t) - \bar{x}_i}{\sigma_i} \quad i = 1, 2, \dots, p \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

其中, $\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_i(t)$, $\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x_i(t) - \bar{x}_i)^2}{n-1}}$, $x_i(t)$ 为第 i 个指标第 t 年的数据,

本研究中共选取了 8 年的数据, 故 n 为 8。

将预处理之后的指标变量, 依次以各个指标变量为参考序列, 其他四个指标为比较序列, 以计算各个指标间的关联系数, 则第 i 个指标和第 j 个指标在第 t 年的关联系数为:

$$r_{ij}(t) = \frac{\min_i \min_j |x_i'(t) - x_j'(t)| + \xi \max_i \max_j |x_i'(t) - x_j'(t)|}{|x_i'(t) - x_j'(t)| + \xi \max_i \max_j |x_i'(t) - x_j'(t)|} \quad (10)$$

其中, ξ 是分辨系数, $\xi \in (0, 1)$, 作用是降低由于两极最大差值太大引起的失真, 增强关联系数的差异显著性, 一般取值为 0.5。 $\Delta_{ij}(t) = |x_i'(t) - x_j'(t)|$ 是参考序列和比较序列的差序列, $\min_i \min_j \Delta_{ij}(t)$ 、 $\max_i \max_j \Delta_{ij}(t)$ 分别为差序列的最小值和最大值。则第 i 个指标和第 j 个指标的关联度为:

$$r_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n r_{ij}(t) \quad (11)$$

其中, r_{ij} 越大, 指标间的关联越强。依次以同一聚类中的每个指标为参考序列, 其他指标为比较序列, 分别计算每一指标与其他指标的关联度。计算每一指标与其他指标关联度的均值, 即:

$$\bar{r}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{ij} \quad (12)$$

将这些均值进行排序, 均值的数值越大说明指标变量越重要。因此, 选择均值最大的指标, 作为筛选出的最终指标。

四、实证分析

1. 指标选择

将快递子系统与电子商务子系统的原始数据通过聚类分析方法进行分类, 使用 SPSS 软件系统聚类中的离差平方和法 (Ward 法), 指标变量间的距离选择欧氏距离进行聚类, 结果如图 3 和图 4 所示。

在图 3 和图 4 中可以清晰地看出电子商务子系统聚合为三类, 快递子系统聚合为两类, 将电子商务子系统与快递子系统的指标变量聚类整理在表 3 和表 4 中。

表 3 电子商务子系统指标变量聚类结果

聚类	指标代码
第一类	$X_1, X_5, X_{15}, X_{16}, X_{17}, X_{18}, X_{24}, X_{25}$
第二类	$X_2, X_3, X_4, X_9, X_{19}, X_{20}, X_{21}, X_{26}$
第三类	$X_6, X_7, X_8, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{22}, X_{23}$

表 4 快递子系统指标变量聚类结果

聚类	指标代码
第一类	$Y_{11}, Y_{12}, Y_{13}, Y_{14}, Y_{15}, Y_{16}, Y_{17}, Y_{18}, Y_{21}$
第二类	$Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6, Y_7, Y_8, Y_9, Y_{10}, Y_{19}, Y_{20}$

电子商务子系统与快递子系统各个聚类均由多个指标变量组成, 因此, 需要通过灰色关联分析方法剔除冗余的指标变量, 在每个聚类中挑选出具有代表性的一个指标变量。电子商务子系统指标变量灰色关联分析的结果如表 5 所示, 快递子系统指标变量灰色关联分析的结果如表 6 所示。

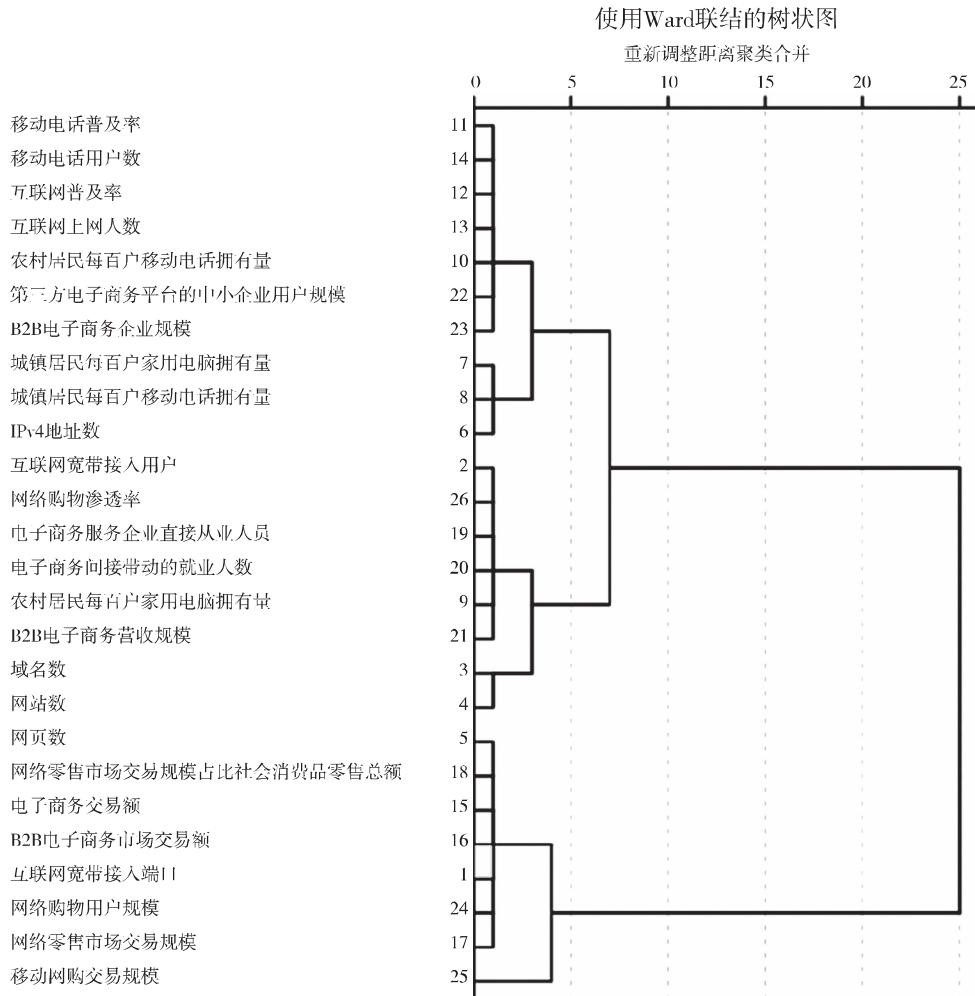


图3 电子商务子系统指标变量聚类

根据灰色关联分析结果，在电子商务子系统第一聚类中选择 X_5 ，在第二聚类中选择 X_{20} ，在第三聚类中选择 X_{11} ，因此，电子商务子系统的指标体系包括网页数、电子商务间接带动的就业人数、移动电话普及率三个指标；在快递子系统第一聚类中选择 Y_{13} ，在第二聚类中选择 Y_3 。因此，快递子系统的指标体系包括邮路总长度、快递服务企业业务量两个指标。

邮路总长度代表快递递送网络的发展情况，快递服务企业业务量代表快递的发展规模；网页数代表当前互联网的发展水平，电子商务间接带动的就业人数代表电子商务的发展规模，移动电话普及率代表基础硬件设施的发展程度。快递指标体系和电子商务指标体系均具有很好的代表性。

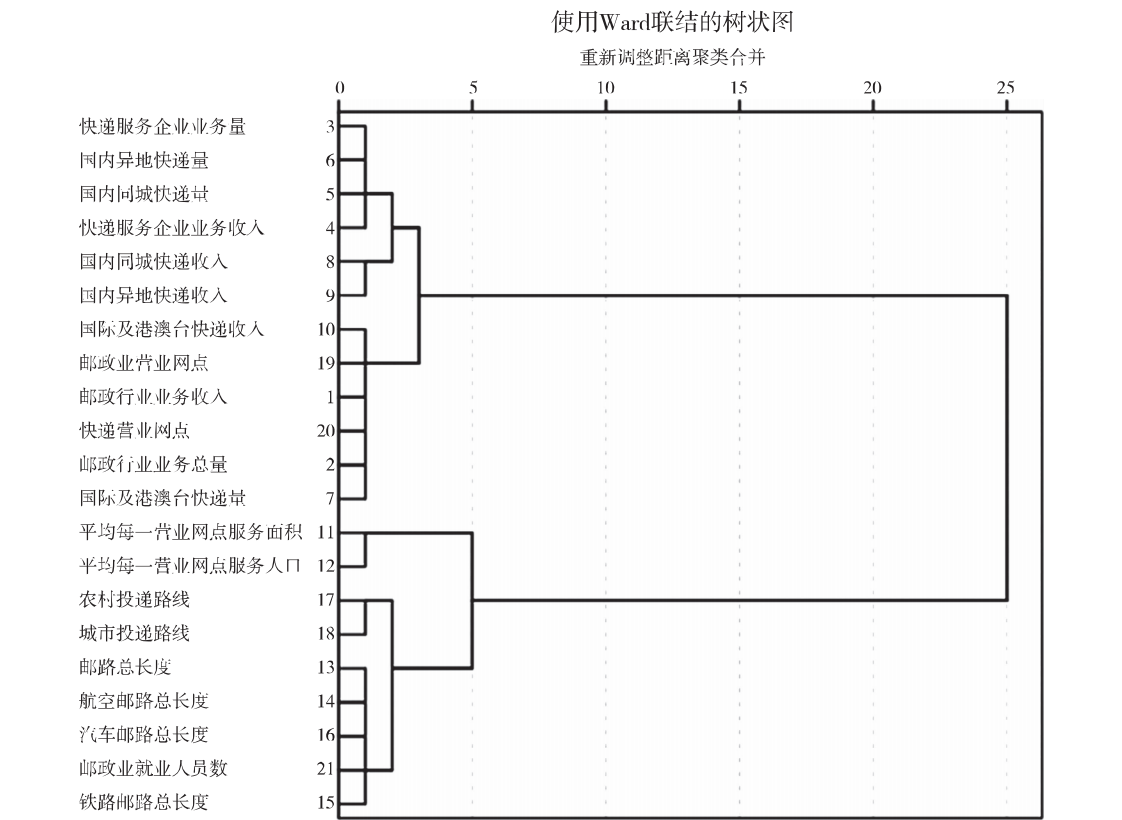


图4 快递子系统指标变量聚类

表5 电子商务子系统指标变量灰色关联分析结果

聚类	指标代码	重要度	筛选指标
第一类	X ₁	0.84019	X ₅
	X ₅	0.84413	
	X ₁₅	0.77980	
	X ₁₆	0.77627	
	X ₁₇	0.78310	
	X ₁₈	0.83717	
	X ₂₁	0.84133	
	X ₂₅	0.72281	
第二类	X ₂	0.93834	X ₂₀
	X ₃	0.69586	
	X ₄	0.87588	
	X ₉	0.93740	
	X ₁₉	0.93821	
	X ₂₀	0.93855	
	X ₂₁	0.93670	
	X ₂₆	0.93765	

(续)			
聚类	指标代码	重要度	筛选指标
第三类	X ₆	0.68065	X ₁₁
	X ₇	0.67192	
	X ₈	0.71932	
	X ₁₀	0.77357	
	X ₁₁	0.80597	
	X ₁₂	0.80495	
	X ₁₃	0.80544	
	X ₁₄	0.79997	
	X ₂₂	0.80214	
	X ₂₃	0.75164	

表 6 快递子系统指标变量灰色关联分析结果

聚类	指标代码	重要度	筛选指标
第一类	Y ₁₁	0.75757	Y ₁₃
	Y ₁₂	0.75369	
	Y ₁₃	0.78078	
	Y ₁₄	0.78024	
	Y ₁₅	0.61604	
	Y ₁₆	0.76404	
	Y ₁₇	0.71792	
	Y ₁₈	0.73749	
	Y ₂₁	0.76265	
第二类	Y ₁	0.71551	Y ₃
	Y ₂	0.82684	
	Y ₃	0.86358	
	Y ₄	0.85251	
	Y ₅	0.84988	
	Y ₆	0.86348	
	Y ₇	0.85603	
	Y ₈	0.77486	
	Y ₉	0.72889	
	Y ₁₀	0.83872	
	Y ₁₉	0.83500	
	Y ₂₀	0.72978	

2. 协同度测算

电子商务子系统与快递子系统 2008~2015 年的各指标原始数据如表 7 所示。

表7 电子商务子系统与快递子系统各指标原始数据

年 份	电子商务子系统			快递子系统	
	X ₅	X ₂₀	X ₁₁	Y ₁₃	Y ₃
2008	1608637	570	48.53	369.3	15.1
2009	3360173	800	56.27	402.8	18.6
2010	6000806	1200	64.36	463.6	23.4
2011	8658229	1350	73.55	514.0	36.7
2012	12274861	1500	82.50	585.5	56.9
2013	15004076	1680	90.33	589.7	91.9
2014	18991864	1800	94.03	630.6	139.6
2015	21229622	2000	92.49	637.6	206.7

为了区别各指标对于系统的贡献,采用熵值法确定子系统中各指标的权重,如表8所示。

表8 电子商务子系统与快递子系统指标权重

名 称	电子商务子系统			快递子系统	
指标代码	X ₅	X ₂₀	X ₁₁	Y ₁₃	Y ₃
权重	0.71	0.21	0.08	0.05	0.95

由于子系统中各个指标在量纲上和数量级上存在差异,因此,需要进行标准化后才能进行有序度的测算,本研究采用 Z-score 标准化方法,即式(9)的方法将数据进行标准化处理。结果如表9所示。

表9 电子商务子系统与快递子系统各指标标准化

年 份	电子商务子系统			快递子系统	
	X ₅	X ₂₀	X ₁₁	Y ₁₃	Y ₃
2008	-1.28880	-1.61358	-1.53381	-1.49850	-0.85201
2009	-1.04561	-1.14529	-1.08963	-1.17429	-0.80105
2010	-0.67898	-0.33086	-0.62537	-0.58588	-0.73116
2011	-0.31001	-0.02545	-0.09799	-0.09811	-0.53749
2012	0.19214	0.27996	0.41562	0.59386	-0.24335
2013	0.57107	0.64645	0.86496	0.63451	0.26629
2014	1.12475	0.89078	1.07730	1.03033	0.96086
2015	1.43544	1.29799	0.98892	1.09808	1.93792

将标准化后的各指标数据和各指标权重代入前文构建的协同度测算模型中,计算出电子商务子系统有序度、快递子系统有序度以及复合系统协同度,如表10所示。

表 10 子系统有序度及复合系统协同度

年 份	电子商务子系统有序度	快递子系统有序度	复合系统协同度
2008	0	0	—
2009	0.11124	0.02360	0.05123
2010	0.28026	0.05872	0.07705
2011	0.41517	0.13406	0.10082
2012	0.58436	0.24755	0.13856
2013	0.72380	0.42187	0.15591
2014	0.89246	0.66600	0.20292
2015	1	1	0.18952

从表 10 中可以看出, 2008~2015 年, 电子商务子系统和快递子系统的有序度均逐年增加, 说明电子商务子系统和快递子系统一直在向正规化、有序化发展, 渐成规模; 复合系统的协同度在 2008~2014 年间逐年增加, 但在 2015 年的协同度低于 2014 年, 说明复合系统的协同度在逐年提高, 但协同发展还不稳定, 有待进一步加强。

依据表 10 中的数据, 绘制图 5。从图 5 中可以看出, 虽然电子商务子系统与快递子系统的有序度均在逐年增加, 但快递子系统的有序度一直低于电子商务子系统的有序度, 这与电子商务与快递的发展现状相符合。近年来, 电子商务一直发展较快, 快递在很大程度上依赖于电子商务的带动, 同时也说明, 快递在电子商务的发展中起到了一定的阻碍作用。因此, 在实践中, 应加大快递发展的推动力度, 使快递的发展向规模化、有序化的方向发展, 以此进一步促进电子商务的发展。复合系统的协同度在 2009~2012 年持续稳定增长, 2013 年的增速放缓, 并且在 2015 年呈现出下降趋势。电子商务与快递两者相辅相成, 任何一方发展的好坏都会受到另一方的促进或者制约, 二者的协同发展至关重要。可以看出, 虽然电子商务子系统与快递子系统都在逐渐呈现出有序化的发展, 但电子商务子系统与快递子系统的协同却有下降趋势。这在一定程度上说明, 电子商务与快递要增进相互之间的协同与配合, 创新出更多的协同发展模式。

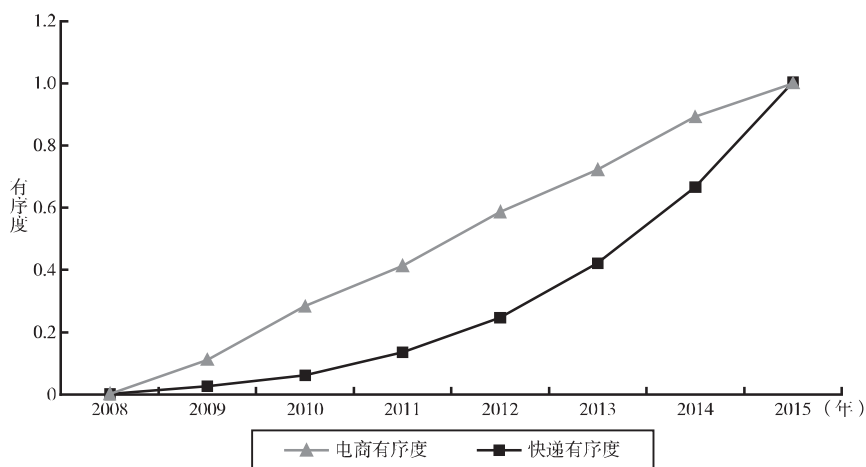


图 5 2008~2015 年子系统有序度发展状况

五、结论与展望

快递与电子商务是近些年才发展起来的新兴产业,发展十分迅速,随着大数据的广泛应用及技术的成熟,其发展模式逐渐趋于稳定。本研究在以往研究的基础上,以产业链为着眼点,梳理了快递与电子商务的协作模式。虽然快递与电子商务处于同一产业链中,但快递作为电子商务与顾客之间的协调者与传递者,在以往的产业链研究中却常常被忽视,本文将快递与电子商务作为产业链中的主体进行研究,能够更好地理解二者的衔接关系、协作方式以及协同发展模式。

本研究在快递与电子商务指标体系的选取上采用了聚类-灰色关联分析这一数据挖掘方法,从快递的21个指标中提取了2个指标,即邮路总长度和快递服务企业业务量;从电子商务的26个指标中提取了3个指标,即网页数、电子商务间接带动的就业人数和移动电话普及率。快递指标体系和电子商务指标体系均具有很好的代表性,能够为以后研究中的指标选择提供良好的参考。

在此基础上,依据协同学理论建立了快递与电子商务产业链协同度模型,并用2008~2015年的面板数据测算了二者的协同度。依据快递与电子商务的实际发展现状,以及现有的监测数据,从实证的角度说明了快递与电子商务产业链协同发展水平和程度。结果显示,快递与电子商务呈现出良好的协同发展态势,但协同发展的效果仍不稳定。因此,在系统发展方面依然需要进一步完善;同时,电子商务子系统有序度要大于快递子系统有序度。由此可以看出,电子商务给快递业带来红利的同时又倒逼着快递业从传统模式向新型模式加速转型升级,快递与电子商务产业需要进一步地深度融合发展,才能达到更好的协同效果。

在实践中,快递与电子商务产业的合作在不断完善之中形成了当今这种创新协同发展模式,它们为了共同的利益而彼此间相互渗透、相互促进、深度融合。如京东建立了自己的快递配送体系,阿里巴巴将各大快递企业联合并建立起依托于大数据平台的菜鸟网络,当当网选择与第三方快递企业建立合作关系,苏宁易购也建立了自己的物流体系,还有更多的电子商务企业选择第三方快递进行递送。随着大数据时代的到来,快递与电子商务产业的发展模式更加成熟稳定,合作不断深入,协同效应将进一步提升,但在协同过程中仍有很多问题与障碍需要不断地解决,这可能还需要更多的磨合。

纵观当今快递业的发展,特许经营模式在短期内的网络布局中起着重要的作用。各快递企业为了快速布局各省份网络,大都采用特许经营的模式。它能有效地快速形成服务网络,形成专业化快递系统。但是由于它们往往是由很多产权与利益分散的小型组织所组成,并没有经过严格的培训,其利益目标、管理规范、企业文化等都难于形成那种高度的统一性及一致性。反映在现实中就是快递网络的各个网络节点难于按照统一标准进行规范管理,服务质量难于保证。因此,服务质量和运送速度在成本及局部利益面前成为制约其发展的难题。因此,虽然快递业的有序度在逐渐上升,这些制度及模式上的缺陷也是其必须突破的瓶颈。这也是其产业未来转型发展的方向。可以预见,随着大数据技术的成熟及更广泛的应用,快递业与电子商务产业将会为社会提供更加有效的服务,而两者的进一步融合、协同则是产业发展的必然结果。

未来的研究需要在产业链视角上进一步细化与深化,从产业链结构、产业链关系以及产业链治理等方面,说明快递与电子商务产业链协同的具体机制,找出适合不同产业链结构和产业链关系的治理方法。其次,随着京东物流和菜鸟物流等电商物流的发展,大数据和信息

技术被更多地应用在产业链协同中,对于大数据和信息技术对产业链协同作用的影响,也是未来的一个研究方向。此外,快递与电子商务产业链的协同作用是一个动态演化的过程,在以后的研究中,可以从动态发展的视角对此进行研究。

参 考 文 献

- [1] Ansoff H. I., 1965, *Corporate Strategy: An Analytic Approach to Business Policy for Growth and Expansion* [M], Mc Graw Hill.
- [2] Haken H., 1978, *Synergistic* [M], Springer.
- [3] Togar M., Ramaswami S., 2008, *Simatupang: Design for Supply Chain Collaboration* [J], *Business Process Management Journal*, 14 (3), 401~418.
- [4] 鲍新中、武鹏、周雨:《基于聚类—灰色关联分析的财务预警指标筛选研究》[J],《中国注册会计师》2012年第7期。
- [5] 毕克新、孙德花:《基于复合系统协调度模型的制造业企业产品创新与工艺创新协同发展实证研究》[J],《中国软科学》2010年第9期。
- [6] 陈宾:《电子商务与快递业的互动关系研究——基于VAR模型的动态实证分析》[J],《福建师范大学学报(哲学社会科学版)》2016年第1期。
- [7] 杜龙政、汪延明、李石:《产业链治理架构及其基本模式研究》[J],《中国工业经济》2010年第3期。
- [8] 顾在浜、石宝峰、迟国泰:《基于聚类—灰色关联分析的绿色产业评价指标体系构建》[J],《资源开发与市场》2013年第4期。
- [9] 韩军涛:《电子商务背景下我国快递业发展与协同机制研究》[D],北京邮电大学博士学位论文,2014。
- [10] 韩瑞玲、佟连军、宋亚楠:《中国网络购物与快递物流的耦合关联研究》[J],《华中师范大学学报(自然科学版)》2011年第2期。
- [11] 哈肯:《高等协同学》[M],科学出版社,1989。
- [12] 胡求光、朱安心:《产业链协同对水产品追溯体系运行的影响——基于中国209家水产企业的调查》[J],《中国农村经济》2017年第12期。
- [13] 金学芳、侯家麟:《并购企业的复合系统协同度研究》[J],《东南大学学报(哲学社会科学版)》2016年第S1期。
- [14] 李俊英:《基于产业关联的我国快递产业的发展研究》[D],上海师范大学博士学位论文,2011。
- [15] 李鹏华:《电子商务与快递业协同演化研究》[D],吉林大学博士学位论文,2016。
- [16] 李鹏飞、张攀:《大数据背景下电子商务与快递业联动发展策略研究》[J],《物流科技》2014年第6期。
- [17] 刘丹、卢伟伟:《我国电子商务业与快递业的协同发展路径》[J],《技术经济》2014年第2期。
- [18] 罗琼:《电子商务与快递行业供应链协同发展研究》[D],重庆交通大学博士学位论文,2013。
- [19] 卢明华、李国平、杨小兵:《从产业链角度论中国电子信息产业发展》[J],《中国科技论坛》2004年第4期。
- [20] 乔志强:《从信息流与知识传递探究供应链协同运行》[J],《情报科学》2009年第5期。
- [21] 孙玲:《协同学理论方法及应用研究》[D],哈尔滨工程大学博士学位论文,2009。
- [22] 唐晓波、黄国媛:《协同学在供应链协同中的应用研究》[J],《情报杂志》2005年第8期。
- [23] 王法涛、苑春荟:《电子商务快递产业链模式及关联分析》[J],《中国流通经济》2014年第1期。
- [24] 王佐:《大数据时代企业竞争力重塑》[J],《中国流通经济》2017年第12期。
- [25] 吴笑、魏奇锋、顾新:《协同创新的协同度测度研究》[J],《软科学》2015年第7期。

- [26] 武淑萍、于宝琴：《电子商务与快递物流协同发展路径研究》[J]，《管理评论》2016年第7期。
- [27] 谢莉娟、王晓东、张昊：《产业链视角下的国有企业效率实现机制——基于消费品行业的多案例诠释》[J]，《管理世界》2016年第4期。
- [28] 杨德礼、于江：《供应链管理下节点企业与第三方物流间协同合作的量化研究》[J]，《中国软科学》2003年第3期。
- [29] 杨锐：《产业链竞争力理论研究——基于产业链治理的视角》[D]，复旦大学博士学位论文，2012。
- [30] 郁义鸿：《产业链类型与产业链效率基准》[J]，《经济与管理研究》2005年第11期。
- [31] 张亚明、刘海鸥、朱秀秀：《电子信息制造业产业链演化与创新研究——基于耗散理论与协同学视角》[J]，《中国科技论坛》2009年第12期。
- [32] 郑大庆、张赞、于俊府：《产业链整合理论探讨》[J]，《科技进步与对策》2011年第2期。
- [33] 郑荣、刘永涛、彭玉芳：《协同学视角下的竞争情报联盟构建研究》[J]，《情报科学》2013年第8期。

Research on Industrial Chain Synergy Degree in Express and E-commerce Industry in Big Data Era

Shen Songdong Kang Xiuqiu
(Institute of Business, Jilin University)

Research Objectives: Research on industrial chain synergy degree in express and e-commerce industry. **Research Methods:** Based on the perspective of industrial chain and synergetics theory, constructed the industrial chain synergy degree model, and used clustering and grey relational analysis methods to select order parameters, then carried out empirical study using panel data of express and e-commerce in 2008~2015. **Research Findings:** The development of express and e-commerce are both becoming more and more large and orderly, the order degree of e-commerce is greater than express, express and e-commerce show a good coordinated development, but they're still unstable and need to be further strengthened. **Research Innovations:** This study regards express and e-commerce as two subsystems and the whole express and e-commerce industrial chain as a composite system, reflects the complexity of the synergistic development. **Research Value:** This study promotes the further integration and development of express and e-commerce industry chain, e-commerce brings a bonus to express and at the same time forces traditional express to accelerate the transformation and upgrading.

Key Words: Synergy Degree; Industrial Chain; Synergetics Theory; E-commerce; Express

JEL Classification: C51; L16

(责任编辑：陈星星)