

我国互联网发展与产业结构升级协同演化的研究

叶存军, 方亮

(桂林理工大学, 广西 桂林 541004)

摘要:加快推进互联网与传统产业融合发展对于我国供给侧改革的经济结构调整意义重大。借鉴灰关联熵流模型,对互联网发展与产业结构升级之间的协同演化关系进行分析,研究表明:在此期间的大多数年份,互联网发展与产业结构升级是关联有序的,只在少数年份二者的演化关联陷入混沌状态。我国政府应该持续深化“互联网+”扩散程度,积极推进其与传统产业的融合发展,进而推动产业结构的升级、优化,为供给侧改革提供有力支撑。

关键词:互联网;产业结构;协同演化;熵变

中图分类号:F124 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2017)10-0019-06

1 文献综述

2015 年国务院发布《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》,2016 年公布《国务院办公厅关于深入实施“互联网+流通”行动计划的意见》,我国政府高度重视互联网与传统产业的融合发展,以优化生产要素、更新业务体系、重构商业模式等途径来完成经济结构升级优化。互联网将作为新的辐射中心,向社会的生产、分配、交换、消费四个环节拓展,进而提升产业发展水平、行业创新能力,将其变为社会发展的新优势、经济发展的新动能。

互联网对于我们的生活无处不在,它也发挥着非常重要的作用。对于互联网与经济增长、发展之间的关联性研究,目前处于起步阶段,文献相对较少。Pantelis Koutroumpis^[1]以经合组织 22 个国家 2002—2007 年的数据为基础,通过建立联立方程模型估算出了宽带基础设施的投资对经济增长具有明显的正向推动作用。Paul L. Katz 等^[2]以 2014 年为分界线,对前后两个阶段的宽带投资与经济、就业之间的关系进行研究,发现宽带投资对德国经济量、就业量的贡献高达 300 多欧元。互联网设施的投资会推动经济增长已经得到很多验证。Changkyu Choi 和 Myung Hoon Yi^[3]以 207 个国家 1991—2000 年的数据为基础通过引力模型,研究发现互联网在经济增长中的作用非常关键。Nina Czernich^[4]等以经合组织国家 1996—2007 年的数据为基础,采用非线性

回归扩散模型研究发现,宽带普及率每提升 10%,人均资本将随之提高 0.9%~1.5%。张越和李琪^[5]以 2006 年互联网数据为基础,研究发现互联网普及率以及其基础设施建设水平对经济发展的影响作用显著,而且互联网普及率对各省经济增长的正向推动弹性系数为 0.17。何仲等^[6]量化分析宽带渗透率对经济发展之间的正向关联系数为 1:0.042。张勇^[7]发现我国互联网对经济增长率的贡献率达到了 12.45%,占全要素生产率总体贡献的 36.84%。李立威和景峰^[8]以我国 31 个省 2003—2011 年的数据为基础,建立个体时点双向固定效应模型发现互联网对我国经济增长具有促进作用,而且互联网普及率每提高 10%,人均实际 GDP 提高大约 1.2%。互联网普及率的提升、宽带渗透率的提高都对经济增长有正向推动作用,而且这种正向推动作用越来越大。

互联网发展助推经济增长,已经得到很多论证。但是,政府大力推进“互联网+”,目的是让其与传统产业融合发展,提升生产要素配置效率、创新商业模式,进而推动整个产业结构的升级、优化。而这方面学术界的研究文献很少,还不曾看到。本文借鉴其他学者对互联网发展状况评析以及产业升级状况评价的最新成果,建立相对全面、科学的指标体系。而且从统计年鉴、统计公报中获取样本数据,基于灰关联熵流模型进行实证研究分析。通过计算我国互联网发展与产业升级两个子系统的灰关联熵值及熵变值,

收稿日期:2017-06-02

基金项目:广西科技基地和人才专项(桂科 AD16380189)。

作者简介:叶存军(1988—),男,甘肃民勤人,桂林理工大学管理学院,硕士研究生,研究方向:产业经济学;方亮(1970—),男,湖北宜昌人,桂林理工大学科技处处长,博士,教授。

研究我国目前互联网发展与产业升级之间的关联发展程度,以此为基础对我国深化“互联网+”发展提出建议。本文对于互联网发展与产业升级演化的学术性研究有参考价值,而且对于我国当前实施“互联网+”推进经济结构优化具有实践指导作用。

2 研究分析

2.1 模型描述

本文引入的灰关联熵流模型源自赵霞^[9]研究高新技术产业与国内产业结构升级演化关系的论文,而学术界对灰关联理论的应用已经比较成熟。上个世纪 80 年代,邓聚龙教授基于数学理论的系统工程学科提出了灰色系统理论,该理论主要应用于寻求信息不完全的复杂系统中的无规律原始数据背后潜藏的内在规律性。灰色关联分析是指当事物之间或是系统影响因子与被影响因子之间的关联性不确定时,从整体角度切入综合分析的方法,它主要根据因素之间发展趋势的一致程度或是相离程度来衡量各因素间的耦合性。

灰色关联分析的基本步骤如下:首先,对被选取的评价系统中的各项指标的原始数据消除量纲;其次,根据计算公式对复杂系统内各项指标之间的关联系数、关联耦合度进行依次求解;最后,以关联耦合度的具体数值为基础先大后小进行排序。但是,不难发现运用关联耦合度的具体数值计算逐点平均值的方法存在一定程度的局限性:一是评价结果侧重点关联,即具有分布离散特征的点关联测算数值较大的因子对整个系统评价指标之间的协调度有较强的影响力;二是在数据处理过程中存在较为严重的信息遗漏问题,根据逐点平均值法计算的关联协调度舍弃了点关联测算数值中比较小的因子这就无可避免地存在信息量严重损失的弊端,如果采用人为确定加权系数的加权平均法计算,最终结果会因为主观因素的介入而导致准确度不高。本文应用的灰关联熵流模型在保留了灰色关联分析优点的基础上又对上面分析的局限性进行了修正,并且充分利用了整个复杂系统中各评价指标的信息量,能够最大程度地提升计算结果的真实性,进一步提升了灰色关联分析理论的科学性。

灰关联熵流的具体计算过程如下:

第一,对参考数列、比较数列进行选取以及对选取数列中的系统指标原始数据进行消除量纲处理。

将系统内的被影响因素指标列入参考数列 Y_{ij} , $Y_{ij} = \{Y_{ij} | i = 1, 2, 3, \dots, n\}$; 将系统内系统行为的影响因素列入比较数列 X_{ij} , $X_{ij} =$

$\{X_{ij} | i = 1, 2, 3, \dots, n\}$ 。其中, $j = (1, 2, 3, \dots, m)$ 表示时间序列。由于系统中各项指标的原始数据量纲不同的原因将无法直接进行比较,因此必须在后续计算之前消除量纲,具体计算公式如下:

$$\begin{cases} \text{正向指标: } X'_{ij} = \frac{(X_{ij} - \min\{X_{ij}\})}{(\max\{X_{ij}\} - \min\{X_{ij}\})} \\ \text{逆向指标: } X'_{ij} = \frac{(\max\{X_{ij}\} - X_{ij})}{(\max\{X_{ij}\} - \min\{X_{ij}\})} \end{cases} \quad (1)$$

第二,通过运用公式(1)对原始数据消除量纲后,再对两个数列在时间点 j 处的灰色关联系数进行求解,其具体计算公式如下:

$$\varphi_{ij} = \frac{\min_i \min_j |Y'_{ij} - X'_{ij}| + \rho \max_i \max_j |Y'_{ij} - X'_{ij}|}{|Y'_{ij} - X'_{ij}| + \rho \max_i \max_j |Y'_{ij} - X'_{ij}|} \quad (2)$$

在公式(2)中, φ_{ij} 是 $|Y'_{ij} - X'_{ij}|$ 的函数,即 $\Delta_{ij} = |Y'_{ij} - X'_{ij}|$, 则可以将公式(2)进行简化:

$$\varphi_{ij} = \frac{\min_i \min_j \Delta_{ij} + \rho \max_i \max_j \Delta_{ij}}{\Delta_{ij} + \rho \max_i \max_j \Delta_{ij}} \quad (3)$$

在公式(3)中, ρ 是分辨系数($\rho \in (0, 1)$), ρ 值大小体现了 $\max_i \max_j \Delta_{ij}$ 对计算结果的影响程度,其取值大小与分辨力成负相关。当 $\rho = 0.5$ 时,其分辨力最好,因此取其值为 $\rho = 0.5$ 。

第三,计算系统熵。

复杂系统中的不同状态用 $x_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 来表示,假设 $p(x_i)$ 表示其所占权重,并且以 $\log p(x_i)$ 来测算不同状态下 x_i 所拥有的信息量,因此以 $H(x)$ 表示的系统总熵其计算公式可以为:

$$H(x) = - \sum_{i=1}^n p(x_i) \log p(x_i) \quad (4)$$

第四,建立灰关联熵流模型。

令 $R_i = \{\varphi_{ij} | j = 1, 2, \dots, n\}$, 则其映射集为 $Map: R_i \rightarrow P_i$, $p_{ij} = \varphi_{ij} / \sum_{i=1}^n \varphi_{ij}$ 。其中, P_{ij} 表示在 j 时刻灰色关联系数对应映射, $p_{ij} \in P_{ij}$ 。凭借上面灰色关联系数的对应关系以公式(4)进行运算得到灰色关联熵流的具体数值:

$$\theta(j) = - \sum_{i=1}^n p(x_i) \log p(x_i) \quad (5)$$

在公式(4)中的 $\theta(j)$ 表示灰色关联熵流在时间点 j 处的具体数值。在两个系统演进过程中,由于其始终处于开放式的环境中,必然会与外界进行物质、能量和信息的交换,因此两个系统的演进必将产生不同程度的熵变。其熵变数值计算公式如下:

$$\Delta\theta = \theta(j) - \theta(j-1) \quad (6)$$

两个系统内部变化的有序程度用 $\Delta\theta$ 来表示,并且依据其值的正负来判断系统演进的方向。熵变值

$\Delta\theta$ 的取值情况有正值、负值以及零值三种形式。当熵流增加时熵变值 $\Delta\theta$ 取正值,其含义是系统之间的协调度有降低趋势,系统濒临或是正处于结构无序、浑浊的状态。此时,系统已不能凭借内部机能实现整体稳定状态,需要借助外力进行干预来避免长时间陷入失稳状态。当熵流减少时熵变值 $\Delta\theta$ 取负值,其含义表示系统之间的协调度良好,整体系统正处于结构关联性趋好,其功能、结构都处于或是正在趋于良性循环的状态。此时系统在内部机能的作用下运行状态良好,负熵可以非常有效地抵消系统内部的熵增,此时无需系统外力干预。当熵变值 $\Delta\theta$ 取零值时,表示系统间的熵流没有发生变化,整体系统的状态无变动。

另外,灰关联熵流模型判断复杂系统内部各子系统协同演化关联程度凭借的标准是通过计算两个不

同时间段或几个不同时间段的熵变值的大小,因此需要强调的是若仅仅只是计算了单个时间点或是单个时间段的灰色关联熵值而没有与其进行对比的具体数值,这样的熵值分析就失去了研究意义。

2.2 研究分析

2.2.1 指标建立及数据说明

运用灰关联熵流模型可以对我国互联网发展与产业结构升级之间协同发展的演进方向、关联程度进行总体性把控,确定两者的演进协同度是否存在从无到有、从低到高的趋势变化;系统熵流具体数值的确定需要以反映我国互联网发展与产业结构升级的子系统指标体系为基础,然后根据详细步骤、公式进行计算所得。选定系统的具体指标、各项指标对应数据的来源说明以及指标的具体计算方法详见表 1。

表 1 各项指标的简写代码、计算方法以及数据来源

系统	指标	简写代码	计算方法	数据来源
互联网 发展	网络普及率(%)	X_1	互联网用户数/总人口	中国互联网络发展状况统计报告
	万人域名拥有量(个/万人)	X_2	域名总数/总人口	中国互联网络发展状况统计报告
	网上零售额占比(%)	X_3	网上零售额/社会总零售额	中国电子商务市场数据监测报告
	网络支付总额(亿)	X_4	网络支付总额	中国支付体系发展报告
产业 升级	综合性劳动生产率(元/人)	Y_1	$\sum_{i=1}^n \sqrt{L_i} \times G_i$	中国统计年鉴
	第三产业比重(%)	Y_2	第三产业增加值/GDP	中国国民经济和社会发展统计公报
	单位 GDP 耗能(吨/万元)	Y_3	能源消耗总量/GDP	中国统计年鉴、中国环境统计年鉴
	经济增长率(%)	Y_4	GDP 增长率	中国国民经济和社会发展统计公报

注: L_i 表示各产业增加值与各产业从业人数的比值, G_i 表示各产业增加值与国内生产总值的比值, i 表示第 i 产业。

对评价互联网发展系统选取指标的详细解释:选取网络普及率、万人域名拥有量、网上零售额占比、网络支付总额四个指标对我国互联网发展情况进行测量,其中网络普及率的列入借鉴王敏等^[10]对互联网的研究,其反映网络基础设施状况;万人域名拥有量借鉴孙中伟^[11]等对网络资源的研究,其反映了我国互联网网络资源情况;网上零售额占比反映了我国互联网发展对经济增长的贡献力度;网络支付总额反映了我国互联网金融的发展规模。

对评价产业结构升级系统选取指标的详细解释:选取综合性劳动生产率、第三产业比重、经济增长率、单位 GDP 耗能四个指标对我国产业结构升级情况进行测量,其中前三个指标参考赵霞等^[9]对产业升级的评价体系,第四个指标的设定基于能源消耗角度来评价产业结构升级。综合性劳动生产率反映了我国产业结构升级过程中效率提升与结构变动的幅度;第三产业比重反映了产业结构调整的一般规律,甚至对经

济结构的优化都有一定的决定性作用;经济增长率反映了我国产业结构升级在宏观经济层面的表现情况;单位 GDP 耗能反映产业结构对能源的依赖以及环境的污染程度。

2.2.2 模型计算

依照上面模型中预设的各项指标并且依据表 1 中对数据来源、计算方法的详细说明获取系统各项指标的原始数据,如上表 2 所示。

以 2008 年的数据为例根据上述模型的具体计算公式进行演示。互联网发展系统的各项指标的原始数据为(22.6, 0.005 56, 1.1, 257 8),产业结构升级系统各项指标原始数据为(237.48, 42.82, 0.912 2, 9.63%)。先借用公式(1)对表 2 中的原始数据进行消除量纲处理后,互联网发展系统各项指标数据进行改变后得到的数据列为(0.052 6, 0.283 4, 0.002 1, 0.309 6),产业结构升级系统各项数据进行改变后得到的数据列为(0.295 5, 0.119 4, 0.503 9, 0.392 8)。

表 2 各年互联网发展与产业结构升级权衡指标具体数值

指标	年份										
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
X_1	10.5	16	22.6	28.9	34.3	38.2	42.1	45.8	47.9	50.3	53.2
X_2	0.001 37	0.006 81	0.005 56	0.010 08	0.003 24	0.002 62	0.005 55	0.007 96	0.008 11	0.011 90	0.014 91
X_3	0.3	0.6	1.1	2.0	3.3	4.3	6.3	8.0	10.6	12.9	15.5
X_4	451	935	2 578	5 051	10 105	22 038	36 814	54 106	74 860	92 607	992 700
Y_1	202.37	220.51	237.48	245.57	264.62	283.98	294.84	305.05	313.83	321.17	310.17
Y_2	41.82	42.86	42.82	44.33	44.07	44.16	45.31	46.70	47.84	50.20	51.60
Y_3	1.178 8	1.038 0	0.912 2	0.878 4	0.786 7	0.711 2	0.669 9	0.700 6	0.661 5	0.655 2	0.674 5
Y_4	12.68	14.16	9.63	9.21	10.45	9.30	7.65	7.67	7.40	6.90	6.70

然后再按照公式(3)、公式(4)对其灰关联熵的确切数值进行求解,具体形式如下:

$$\theta_{2008} = \left| \frac{0.4659}{2.4821} \log \frac{0.4659}{2.4821} + \frac{0.5291}{2.4821} \log \frac{0.5291}{2.4821} + \frac{0.4871}{2.4821} \log \frac{0.4871}{2.4821} + \frac{1}{2.4821} \log \frac{1}{2.4821} \right|$$

依据上面陈述的详细步骤对其它年度的灰关联熵值以及熵变值进行求解,求解之后的汇总所有年份的具体数据见下表 3。

查看表 3 可以发现我国互联网发展与产业结构升级系统各项指标之间的灰关联熵变值的基本走向是比较明显的,除了 2007、2009、2013、2014 年这四年

外,其余年份产生的熵流均呈现负数形式,说明在内部机制的作用下两个子系统的协同发展存在关联的有效性,两个系统协同演化处于有序、耦合状态。尤其需要强调的是从 2010—2016 年,最近几年绝大部分时间产生负熵流,而且负熵流数值较大,进一步显示了两个系统协同演化程度的不断加强。总之,从 2006 年—2016 年互联网发展与产业结构升级的关系来看,两个系统在开放经济环境中与外界进行信息、能量的交换时获取负熵流,系统整体的协调度在逐步提升,而且这种有效、耦合已经占据了整体系统演进的主要形式。

表 3 各年互联网发展与产业结构升级之间灰关联熵值、熵变值具体数值

计算项	年份										
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
熵值	0.582 9	0.589 8	0.577 3	0.593 9	0.588 2	0.568 6	0.562 3	0.586 0	0.591 0	0.586 6	0.584 4
熵变值	—	0.006 9	-0.012 5	0.016 5	-0.005 7	-0.019 5	-0.006 4	0.023 7	0.005 0	-0.004 4	-0.002 2

2.2.3 结果分析

根据最新的互联网络发展状况统计报告,我国网络普及率在 2006—2016 年期间提升了 4 倍,网站总数增长了将近 5 倍。而且,我国企业使用计算机办公比例高达 99%,使用互联网的比例为 95.6%,利用互联网开展营销推广的比例为 38.7%。我国的互联基础资源为信息化发展提供坚实的基础。根据最新的国家信息化发展评价报告,我国信息化水平已经超越“二十国集团”平均水平,世界排名提升至 25 位。我国信息化的发展也强力推动了互联网与实体经济的融合,推动产业结构升级。

根据互联网络发展状况统计调查数据显示,2016 年年底,企业对于云计算、物联网、大数据三类技术的认知比例均已经超过 50%,对制造业“智能制造”的认知也有显著提升,例如保护自动化制造、工业机器人、网络化协同制造等层面。我国国内互联网企业在

境内外上市的总市值高达 5.4 万亿元,我国的互联网企业发展规模迅速。这些年我国政府一直致力于推动“互联网+”发展,尤其积极推动互联网与传统产业的融合发展,实现产业结构优化、升级。金融作为现代产业的核心部分,政府也注重互联网金融的快速发展,着力发挥其强大的辐射作用。截止 2016 年年底,我国购买过互联网理财产品的网民数量为 9 890 万人,使用网上支付的用户规模为 4.75 亿,网络支付总额为 2 494.45 万亿元,是当年 GDP 总量的 33.5 倍。我国的互联网金融发展已经初具规模。另一方面,政府也积极推动网络消费,化解产能过剩。2016 年,我国的网络零售总额高达 51 555.7 亿元,比上年增长 26.2%,高于社会总零售额 15.8 个百分点,高于 GDP 增速 19.5 个百分点。而且,2016 年我国电子商务物流企业从业人员将近 300 万人,间接带动就业人员为 2 000 多万人,电子商务的发展也有效推动就业

结构的升级。一些列数据显示,我国互联网与制造业、金融业、零售业融合发展状况良好。

但是需要注意的是,2007、2009、2013、2014年熵流变化呈现正数可以看出互联网发展与产业结构升级两个系统在演变过程中并不是仅仅只有关联有效这种单一形式,两者之间的作用机能也会导致关联低效或是关联无效的演化方式。这样的演化规律是完全符合事物发展应该呈现的状态,即事物发展的态势并不是持久不变地沿着一个方向演变,而是总体方向前进的基础下中间偶尔会出现停滞、徘徊甚至后退的现象,整个发展过程来看呈现螺旋式上升的发展态势。有些年份熵流值出现过小负数值甚至正熵流的现象说明:一个层面,我国的互联网发展对产业结构升级的促进功能正在进行初探,两个系统之间的关联发展正在逐步尝试有效匹配,但是衔接效果并不是非常高,耦合关联度也不是极好;另一层面,我国的互联网发展可能存在政策导向不正确、制度不完善、市场化水平不高、其本身的技术水平有待提升等未知因素正在阻碍其与产业结构升级的协同演化程度的高效耦合,这也为研究互联网领域提供了方向。

3 结论与建议

为了进一步提升互联网发展与产业结构升级之间的衔接效率,使得互联网的发展能够有效推动经济结构转型、经济增长质量提升以及加快实现小康社会的目标,本文选取2006年—2016年的样本数据又基于灰关联熵流模型对互联网发展与产业结构升级两者之间的协同演化关系进行研究分析,以期能为我国互联网发展与产业结构调整学术性研究提供参考,以及能为政府制定优化经济结构策略和提升经济增长质量指引方向。通过研究发现:我国的互联网发展与产业结构升级之间是关联有效的,处于系统耦合、有效状态,互联网的发展已经与产业结构升级产生了良性互动。

针对我国当前互联网发展与产业结构升级之间协同发展关系耦合有效的态势,其内部机能可以自发调节并且有效推动两者构成的系统向着互动共进的方向演化,使得互联网的持续发展能够有序促进产业结构升级,也为我国经济结构的转型、升级给予重要支撑;与此同时,产业结构的升级也可以为互联网的发展提供“反哺作用”,提升以互联网为基础的生产要素配置效率,由此实现大系统更高程度地耦合关联、互补共赢。首先,政府持续扩大各行各业市场化程

度,继续鼓励互联网向传统产业拓展,进一步深化与零售、餐饮、旅游、交通运输、物流速递、信息服务等行业的融合发展,持续加强互联网金融的辐射、扩散作用,将更多的产业纳入“互联网+”行列,提升整个社会的信息化服务水平。其次,继续加强本土创新能力提升,持续推进“大众创业,万众创新”号召,让更多的民众在已有的信息化程度的基础上创新,鼓励大众向技术咨询、信息服务、平台开发等领域创业。再次,继续提高农村网络普及率,加大农业信息发展程度,提升农业生产要素配置效率,释放更多的农村剩余劳动力,鼓励其到城镇从事餐饮、零售、物流速递等服务行业,提升第三产业发展效率。最后,开展国际合作,引入国际成熟“互联网+”平台技术,深化国际互联网平台与国内传统产业的融合发展,依托“一带一路”消化我国过剩产能。

参考文献

- [1] PANTELIS KOUTROUMPIS. The economic impact of broadband on growth: a simultaneously[J]. Telecommunication Policy, 2009, 33(4): 471—178.
- [2] PAUL L KATZ, STEPHAN VATERLAUS, PATRICK ZENHAUSEM, STEPHAN SUTER. The impact of broadband on jobs and the german economy[J]. Intereconomics, 2010, 45(1): 26—34.
- [3] CHANGKYU CHOI, MYUNG HOON YI. The effect of the internet on economic growth: evidence from cross-country panel data[J]. Economics Letters, 2009, 105(1): 39—41.
- [4] NINA CZERNICH, OLIVER FALCK, TOBIAS KRETSCHMER, LUDGER WOESSMANN. Broadband infrastructure and economic growth[J]. Economic Journal, 2011, 121(552): 505—532.
- [5] 张越, 李琪. 互联网对我国各省区经济发展的影响[J]. 山西财经大学学报, 2008(5): 38—44.
- [6] 何仲, 吴梓栋, 陈霞, 等. 宽带对我国国民经济增长的影响[J]. 北京邮电大学学报: 社会科学版, 2013(1): 82—86.
- [7] 张勇. 互联网发展对中国经济增长的影响研究[D]. 合肥: 安徽大学, 2014.
- [8] 李立威, 景峰. 互联网扩散与经济增长的关系研究——基于我国31个省份面板数据的实证检验[J]. 北京工商大学学报: 社会科学版, 2013(3): 120—126.
- [9] 赵霞, 叶存军, 蒙永亨. 我国高新技术产业发展与产业结构升级协同演化分析[J]. 广西社会科学, 2017(3): 75—79.
- [10] 王敏, 王琴梅, 张家平, 惠宁. 互联网、经济增长与电力消费关系的实证分析[J]. 统计与决策, 2016(3): 109—111.
- [11] 孙中伟, 张兵, 王杨, 等. 互联网资源与我国省域经济发展的关系研究[J]. 地理与地理信息科学, 2010(3): 44—48.

(下转第79页)

4 结语

本文设计了一套合理的风电项目并网消纳能力评价指标体系,运用数据包络法(DEA)对已有的风电项目并网消纳能力进行实践研究,弥补了现有研究缺少定量分析的不足,并且算例结果表明 DEA 方法可以很好地运用于风电项目并网消纳能力的研究。然而风电项目并网消纳能力是一个复杂的问题,本研究在对评价指标的挖掘以及评价指标间的关联分析方面仍存在较大的完善空间。未来应深入分析限制风电项目并网消纳能力的影响因素,给出切实可行的整改意见。

参考文献

[1] 张娜. 西北电网风电消纳能力评价研究[J]. 商届论坛, 2012(17): 209-210.

- [2] 王晓峰. 东北电网消纳风电能力研究[D]. 北京: 华北电力大学, 2011.
- [3] 王云鹏. 风电消纳能力分析评估系统的设计与应用[D]. 北京: 华北电力大学, 2014.
- [4] 凡鹏飞, 张粒子, 谢国辉. 充裕性资源协同参与系统调节的风电消纳能力分析模型[J]. 电网技术, 2012(5): 51-57.
- [5] 宋艺航, 谭忠富, 李欢欢. 促进风电消纳的发电侧、储能及需求侧联合优化模型[J]. 电网技术, 2014(3): 610-615.
- [6] 周莹. 促进大规模风电消纳的风电价格机制研究[D]. 北京: 华北电力大学, 2013.
- [7] 徐国丰, 黄民翔, 裴旭. 华东大规模风电消纳模式研究[J]. 华东电力, 2011(7): 1045-1048.
- [8] 史瑞静, 李凤婷, 樊小朝. 风电场风电利用水平综合评价指标体系的研究分析[J]. 水力发电, 2015(3): 80-83+91.
- [9] 何永秀. 电力综合评价方法及应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 2011: 155-178.

Study on the Absorptive Capacity of Wind Power Grid Project Based on DEA

SHEN Chen-shu

(North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

Abstract: The capacity of wind power installed in China is developing rapidly, but the situation of insufficient sending capacity is insufficient. In this situation, research on wind power project consumptive ability is especially necessary. Above all, the first level evaluation index of four aspects was built, including basic characteristics. Then improved it to a comprehensive evaluation index system, which contains 15 secondary indicators including the stability of wind power output. Finally, used data envelopment analysis to evaluate five wind power projects. The results show that the DEA method can be well applied to the research of wind power consumptive ability.

Key words: wind power; absorptive capacity; data envelopment analysis; DEA model

(上接第 23 页)

Research on the Co-evolution of Internet Development and Industrial Structure Upgrading in China

YE Cun-jun, FANG Liang

(School of Management, Guilin University of Technology, Guilin Guangxi 541004, China)

Abstract: That, accelerating the integration of the Internet and traditional industries, is of great significance to upgrade the economic structure. Based on the data of 2006-2016 in China, this paper analyzes the co evolution relationship between Internet development and upgrading of industrial structure on the basis of grey relational entropy flow model, finds that in most of the years, the development of the Internet and the upgrading of the industrial structure is related to the orderly. And only in a few years, the evolution of the two relations into chaos, disorder state. Our government should continue to deepen the integration of Internet and traditional industries, and thus promote its integration and development of traditional industries.

Key words: internet; industrial structure; co-evolution; entropy change