

基于系统动力学方法

庄伟卿,刘震宇

(厦门大学 管理学院, 厦门 361005)

摘要 :信息能源的不充分、不可控、冗余、极限性带来信息能源的危机,信息能源不断地膨胀与使用效率的复杂关系也暗示了信息能源危机的存在。采用CNNIC(中国互联网信息中心)发布的2006至2010年数据,设计信息能源危机变量,进行回归,确定变量间关系的方程式,进一步构建了信息能源危机与经济增长演化的系统动力学模型。研究表明,未来信息能源危机的快速增长将抑制经济的快速增长,并预测在忽略其他经济刺激因素下,受信息能源危机影响,未来经济将保持缓慢增长,甚至达到临界点。

关键词 :信息能源危机,经济增长,关联性,系统动力学

中图分类号:F062.5

文献标识码:A

文章编号:1002-0241(2013)02-0086-09

0 引言

传统经济市场下的能源危机源于能源供应短缺或是价格上涨而对经济造成影响,危机主要是由于市场的流通不畅通、缺乏自由市场而导致。经济学家指出价格控制是能源危机的重要因素。但在信息经济环境下,企业进行交易最终可看成是对信息的交易,寻找合作伙伴是信息搜索阶段,签订合同是信息转移阶段,履行合同是信息增值阶段,消费者使用最终产品是信息的最大化价值阶段。因此,市场考察的对象是信息,在网络经济中,信息扮演着重要的角色,与传统商品有本质区别。从Coase(1937)提出交易成本到后来Williamson(1985,1996)的信息降低交易成本的相关研究^[1-4],信息对传统竞争市场的效率和配置的作用得到了广泛的关注。如果把市场划分为信息市场与非信息市场,信息市场就是指交易信息、共享信息、传播信息、生产制造信息、加工信息的

市场,把信息当作商品,对于非信息市场就是除去信息为交易商品外的商品市场,即传统经济市场。那么对于传统市场中存在的能源危机,在信息市场中是否存在呢?答案是肯定的,实际是信息危机更加的普遍:微软公司长期垄断了世界创造信息的能源——操作系统的市场,通过对操作系统的控制左右了应用程序的标准,导致应用程序创新的低效率;谷歌占据了加工、共享、传播信息的世界平台,可以人为地屏蔽竞争者信息和强化合作者信息,存在道德风险,导致市场的不公平待遇;360与QQ之战;反淘宝事件等。这些问题不仅因价格因素,更重要的是运用非价格因素控制信息市场与非信息市场,信息危机在网络平台的快速传递,很容易演化成大规模的信息灾难,此时信息能源危机就将产生。

1 文献回顾

对信息能源的研究起始于物理学的信息能量。

收稿日期:2012-02-20

基金项目:国家自然科学基金面上项目(70372070,71171054),福建省中国特色社会主义理论体系研究中心项目(2010D12)

第一作者简介:庄伟卿(1981—),男,福建惠安人,厦门大学管理学院博士生,助理研究员,研究方向:组织际信息系统、供应链运作效率管理。

信息能量可以被看作来自模糊集合,它的概念首次由Dumitrescu(1977)提出^[5]。概念的设想可以追溯到Onicescu(1966)^[6],他认为信息数量为信息能量。1979年,De Luca和Termini提出用于研究模糊集能量测度的一般集合概念^[7]。之后,测量模糊集的信息量充分考虑实践应用,Leski和Czogala(1997,1999)考察了熵与信号处理的能量测度的应用^[8-9]。S.M. Taheri和R. Azizi(2007)分析了特定规则下信息能量的变化^[10],并确定初始模糊数量与影像模糊集信息能量的关系。但这里的信息能量是微观层面的描述,若从宏观的角度,那么信息能量就扩大为信息能源,作为其他信息制造、加工、传播的平台,是其他信息的创造者。因此,本文所提出的信息能源是从宏观层面上结合网络时代所考察的信息。

从传统能源角度研究信息对经济增长关系的学者,有Machlup(1962,1984)和Bell(1976)^[11-13],他们分别指出,美国是一个信息社会并呈现信息化处理的趋势。Aluisio Campos Machado和Ronald E. Miller(1997)采用输入-输出方法实证地研究了能源与信息在特定经济水平下的替代性^[14],表明经济部分持续增长的信息活动带来能源节约。之后很多研究围绕能源效率评价与信息的关系^[15-18]。传统能源与经济增长的研究成果对本文研究信息能源与经济增长的关系有借鉴作用。

在研究方法上,BHATIA(1997)扩展了Onicescu(1966)的信息能量求解方法^[19-20],Abraham Boyarsky和Pawel Góra(2001)考查能源与信息的混沌动态性^[21],定义了一个平均能源的动态系统模型;Francisco J. Torrealdea(2009)构建了Hindmarsh-Rose模型^[22],描述了信息传输中能源的动态行为。回到信息能源的研究上,这一序列研究大致分成两类:一类是研究信息能量本身;另一类是信息在传统能源的应用。本文吸收这两类的研究,认为在网络社会,某些信息已经成为其他信息的来源(燃料、能源),而这些其他信息服务于经济社会生产的各个方面,因此给予制造信息平台一新的名称即信息能

源。如果说信息能量是微观的概念,那么信息能源就是宏观的概念。

总之,本文首次提出信息能源危机的概念,强调信息能源危机对经济增长影响的重要性,具有学术上的创新,也是实践应用与发展的趋势,同时可以解释为什么美国一直在信息产业独占鳌头,对中国来说是巨大的信息能源危机。

2 研究目标与理论基础

2.1 研究目标

美国有相当发达的信息平台来处理加工每天各个行业的数据,通过强大的信息产业保持世界经济的领先地位。当信息出现危机会严重波及经济增长,经济波动的主旋律将由石油市场转向信息市场,信息市场将是未来主导经济波动的主要因素,信息能源将是信息市场的重要力量,也是推动经济增长的主要力量。本文综合运用信息经济学理论,讨论信息能源危机与经济增长的相关性,分析信息平台的非价格危机会给经济带来的正或负的影响。

2.2 理论基础

2.2.1 定义

信息能源是存在于各种网络平台并直接或间接作用于社会生产过程的信息元所组成的信息网络集,是一种虚拟的能源形式,不仅具有可再生性且富有创造性。信息市场中出现的价格与非价格问题被定义为信息能源危机,信息能源的不充分、不可控、冗余、极限性带来信息能源的危机,信息能源不断地膨胀与使用效率的复杂关系也暗示了信息能源危机的存在,其集中表现在三个方面:信息能源危机一方面表现在信息不对称,否定信息资源配置的Pareto最优;其次表现在信息繁杂性、扭曲、污染,导致生产的低效率,阻碍经济的发展;最后体现在信息筛选判别交易难度增加,带来生产成本的增加。信息能源危机或多或少会导致微观经济与宏观经济的低效率,这一系列问题都有待于解决,但首先要确定信息能源危机与经济增长的关联性,才能开展一系列的宏观研究。

2.2.2 概念模型

由于信息能源危机的特殊属性决定了理论的特殊性,运用信息经济学中有关信息能源与市场的关系,构建信息能源危机与经济增长的概念模型(如图1)。为了简化研究,本文不考虑传统能源危机与市场结构对信息能源危机与经济增长的影响。

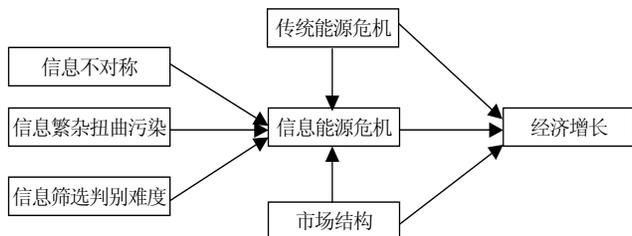


图1 信息能源危机与经济增长的概念模型

信息能源是个集合的概念,具有市场属性,信息元是个体行为,不存在市场概念,因此本文讨论的与经济增长有关的信息是指信息能源(集合)。

3 理论解析

信息能源危机是信息能源不断地膨胀与使用效率的复杂关系,信息能源危机或多或少会导致微观经济与宏观经济的低效率。集中表现在以下三个方面。

3.1 信息能源危机表现在信息不对称,否定信息资源配置的Pareot最优

不管是个人还是组织,信息不对称可归结为个人或组织在信息空间中所处信息节点的不同所致,通过距离表达信息空间中两个信息节点的远近,目的是为了判断每个信息点离真实点(指的是将来真实发生的情况)的远近,从而判断信息节点间不对称的程度,间接度量信息节点或信息空间的信息量。因此设计一定模型衡量信息不对称程度。

定义1:设 I 是一个非空信息集合, $\rho : I \times I \rightarrow R$ 是一个映射,若对于任意 $x, y, z \in I$ 有:

- (1) $\rho(x, y) \geq 0$ 并且 $\rho(x, y) = 0$ 当且仅当 $x = y$
- (2) $\rho(x, y) = -\rho(y, x)$
- (3) $\rho(x, z) \leq \rho(x, y) + \rho(y, z)$

则称 ρ 是信息集合 I 上的一个度量或距离,是个相对概念,称偶对 (I, ρ) 是一个信息度量空间或信息距离空间,称实数 $\rho(x, y)$ 为从信息点 x 到信息点 y

的距离。

定义2: $\rho(i, y) \rightarrow |i - y|$ 描述为实数上的直线距离,进一步, $\rho(i, y) \rightarrow |0 - y|$ 并把信息点 y 与 i (原点)的距离称为 y 的模,记作 $\|y\|$ 。

$$\text{则, } \|y\| = \|(y_1, y_2, \dots, y_n)\| = \sqrt{y_1^2 + y_2^2 + \dots + y_n^2}$$

定义3:信息资源配置的效率由信息节点 y 与原点 i 的距离决定,满足 $\min \sum_1^n (\|y_s\| - \|y_t\|)$ ($s, t = 1, 2, \dots, n$) 达到 Pareot 最优。

若对于每个 $s, t = 1, 2, \dots, n$ 都有 $\|y_s\| - \|y_t\| = 0$,那么信息完全对称,信息资源配置可以实现 Pareot 最优,否则,在信息不对称下, $\|y_s\| - \|y_t\| \neq 0$,最小化 $\sum_1^n (\|y_s\| - \|y_t\|)$ 无法找到,因此无法实现 Pareot 最优。

3.2 信息能源危机表现在信息繁杂性、扭曲、污染,导致生产的低效率,阻碍经济的发展

信息的繁杂扭曲污染等与网民结构、信息平台治理有密切的关联。在信息平台的治理上,Amrit Tiwana(2010)把信息治理理解为三个方面^[23]:决策权分离、控制、产权的私有与分享。Amrit Tiwana(2010)理解的决策权分离指的是决策权在平台所有者与开发者的分配^[23],控制被描述为正式机制控制与非正式机制控制,正式机制控制划分为产量控制与过程控制,非正式机制控制为共同价值、理念、行为等控制;产权的私有与分享指的是对信息平台的产权是否属于一人独有还是分享。

信息的繁杂性、扭曲、污染与这三个方面有强关联,论文从这三方面分析信息低效率的原因,但需重新对这三方面做界定。首先,信息平台的决策权分离,指的是信息平台的所有者与使用者在信息的制造、传播、共享上决策独立,决策权的独立使得信息在制造、传播、共享上表现出繁杂、多样,甚至扭曲信息或者信息被污染,信息平台的使用者可以不受惩罚地滥用信息;其次,信息繁杂、扭曲、污染等另一方

面使控制机制不明确,互联网平台的高度自治、独立使得互联网蓬勃发展,一定程度上也带来信息的污染,受污染的信息已经在一定程度上影响生活与经济活动,可通过对负价值的信息进行管制与正价值的信息高度自治相结合控制信息扭曲污染等问题;最后,信息繁杂性、扭曲、污染归结为产权的私有与分享问题,信息平台因各种信息的所有权被共享,如开放的源代码、免费的网络游戏与新闻娱乐资讯平台等,是对所有权的共享,加速了产权的传播,传播过程出现偏差与纠纷,偏差与纠纷会被放大,导致信息纠正难度增大,阻碍经济的高效发展。

因此,信息繁杂性、扭曲、污染可由信息决策权分离、控制机制、产权私有与分享来决定,如图2所示。

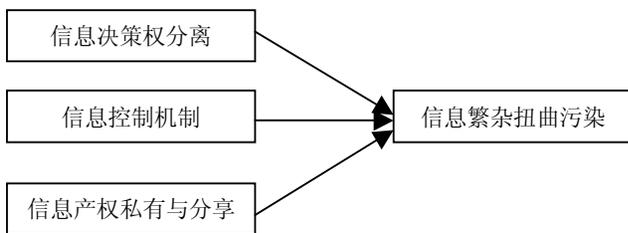


图2 信息繁杂扭曲污染的关系图

3.3 信息能源危机体现在信息筛选判别交易难度增加,带来生产成本的增加

信息筛选判别交易是经济活动中重要的表现行为,对信息筛选判别交易难度区分在于信息使用者所处信息空间位置,处于某边界内的信息,信息筛选判别交易难度低、成本低,处于某边界外的信息,信息筛选判别交易难度增大、成本增加。因此引入结构成本概念,通过信息结构不同来判定信息筛选判别的交易难度。信息结构成本指的是组织为了处于信息特定空间位置而支付的成本,如处于某边界内需要支付的成本,将其转化为距离,引入欧氏度量,假设单位结构成本。

定义4:集合A上一个度量,是具有下列性质的函数 $d : X \times X \rightarrow R$: (1) 对于所有 $x, y \in X$, $d(x, y) \geq 0$, 等号当且仅当 $x=y$ 时成立; (2) 对于所有 $x, y \in X$, $d(x, y) = d(y, x)$; (3) 对于所有 $x, y \in X$, $d(x, y) + d(y, z) = d(x, z)$ 。称 $d(x, y)$ 为 x, y 之间的距离,并称由集合 X 与度量 d 组成的 (X, d) 为一个度量空间。

构建结构成本的函数形式。

$$C_G = F\{d(x, y), c_d\} \quad (1)$$

式中: c_d 表示单位距离成本; $d(x, y)$ 表示欧氏度量; C_G 表示结构成本。

信息筛选判别交易难度由信息空间信息节点与信息节点之间的距离与关系决定,难度越大表明信息节点与节点的距离越大或关系越复杂,结构成本越高。推算方法为:首先,引入邻接矩阵概念,通过邻接矩阵表示信息空间节点与节点之间的关系;其次,确定起始节点的位置,然后与之邻近的节点根据相对位置确定成本,邻近的节点再向下引申确定与其邻近的节点的结构成本,以此类推,形成整个信息空间的结构成本关系网,可求解出信息能源危机下的结构成本。

4 数据与主要方程式

4.1 数据

数据采用CNNIC发布的,从2006年12月至2010年12月时间序列数据与国内几家主要平台运营数据量。统计的变量包括:网民人数、更新博客人数、网络购物用户规模、网上支付用户规模、论坛用户规模、电子邮件用户规模、即时通讯用户规模、网上银行用户规模、搜索引擎用户规模、网络新闻用户规模、网络视频用户规模、基础资源指数、域名总数、网络国际出口带宽、平均每个网站的网页数、平均每个网页的字节数、网页总数、网站总数、ipv4地址数量、木马病毒感染用户规模、账户密码被盗用户规模、网络不安全规模等。

4.2 主要方程式

$$\text{网站信息量} = \text{网站总数} \times \text{平均每个网站的网页数} \times \text{平均每个网页的字节数} \quad (2)$$

$$\text{信息能源} = \text{网民规模} \times \text{网站信息量} \quad (3)$$

$$\text{基础资源指数} = 0.30048 \times \text{IP地址指数} + 0.2435 \times \text{域名指数} + 0.2727 \times \text{网站指数} + 0.1833 \times \text{国际出口带宽指数} \quad (4)$$

①式(4)参照中国互联网络信息中心2011年1月发布的《中国互联网络发展状况统计报告》电子版第28页

5 实验结果

5.1 相关性分析

为了考察与信息能源危机有关系的变量,进行相关性分析(如表1),木马病毒感染用户规模、账户密码被盗用户规模、网络不安全规模三个变量与网民规模、ipv4地址数量、网站信息量存在显著的相关,可以说明信息能源危机与网民规模、ipv4地址数量、网站信息量存在显著的相关。

进一步考察变量网民规模、ipv4地址数量、网站信息量与变量论坛/BBS用户规模、搜索引擎用户规模、网络视频用户规模、更新博客用户规模、电子邮件

用户规模、网络新闻用户规模、网上支付用户规模、即时通信用户规模、网上银行用户规模的相关性,根据显著性检验,所有变量的相关性都是显著的,可以说明信息能源危机与这9个变量存在显著的相关,如表2所示。这为后面构建系统动力学模型提供了理论依据。

5.2 关系模型

通过线性回归,进一步确定变量网民规模、ipv4地址数量、网站信息量与变量论坛/BBS用户规模、搜索引擎用户规模、网络视频用户规模、更新博客用户规模、电子邮件用户规模、网络新闻用户规模、网上支付

表1 变量相关性(信息能源危机)

变量	1	2	3	4	5	6
1.网民规模	1					
2.ipv4地址数量	0.996** 0.000	1				
3.网站信息量	0.938** 0.000	0.952** 0.000	1			
4.病毒规模	0.843** 0.004	0.826** 0.006	0.796* 0.010	1		
5.盗号规模	0.843** 0.004	0.806** 0.009	0.674* 0.046	0.926** 0.000	1	
6.不安全规模	0.927** 0.000	0.913** 0.001	0.756* 0.018	0.815** 0.007	0.912** 0.001	1

注: **表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关, *表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关, 下同

表2 变量相关性(信息能源)

变量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.网民规模	1											
2.ipv4地址数量	0.996** 0.000	1										
3.网站信息量	0.938** 0.000	0.952** 0.000	1									
4.论坛/BBS用户规模	0.971** 0.000	0.970** 0.000	0.939** 0.000	1								
5.搜索引擎用户规模	0.989** 0.000	0.991** 0.000	0.961** 0.000	0.988** 0.000	1							
6.网络视频用户规模	0.970** 0.000	0.952** 0.000	0.854** 0.003	0.962** 0.000	0.961** 0.000	1						
7.更新博客用户规模	0.998** 0.000	0.996** 0.000	0.934** 0.000	0.962** 0.000	0.987** 0.000	0.965** 0.000	1					
8.电子邮件用户规模	0.995** 0.000	0.988** 0.000	0.917** 0.000	0.973** 0.000	0.980** 0.000	0.975** 0.000	0.991** 0.000	1				
9.网络新闻用户规模	0.994** 0.000	0.989** 0.000	0.906** 0.001	0.972** 0.000	0.982** 0.000	0.983** 0.000	0.992** 0.000	0.995** 0.000	1			
10.网上支付用户规模	0.968** 0.000	0.976** 0.000	0.983** 0.000	0.973** 0.000	0.979** 0.001	0.909** 0.000	0.960** 0.000	0.961** 0.000	0.952** 0.000	1		
11.即时通信用户规模	0.979** 0.000	0.970** 0.000	0.895** 0.001	0.981** 0.000	0.982** 0.000	0.993** 0.000	0.976** 0.000	0.979** 0.000	0.986** 0.000	0.935** 0.000	1	
12.网上银行用户规模	0.756* 0.018	0.767* 0.016	0.852** 0.004	0.817** 0.007	0.803** .009	0.696* 0.037	0.750* 0.020	0.760* 0.018	0.737* 0.024	0.827** 0.006	0.744* 0.022	1

用户规模、即时通信用户规模、网上银行用户规模的关系模型。反复实验,达到最佳拟合效果,如表3所示。

6 信息能源危机与经济增长演化模型

6.1 流图

本文不考虑其他因素对经济增长的影响,只考虑信息能源危机与经济增长存在何种关系。在概念模型的基础上为了进一步明确表示系统各元素之间的数量关系,建立相应的动力学模型,通过引入水平变量(Level)、速率变量(Rate)、信息流等因素,构造更加深入的系统行为关系图(流图),可以更完整、

具体地描述系统构成、系统行为和系统元素相互作用机制的全貌。图3为信息能源危机与经济增长演化的系统动力学混合流图。

6.2 真实性检验

为了检验模型的效果,采用主要变量 网民规模、GDP、信息能源 的模拟值与真实值比较(图4、图5、图6)。通过对比分析,网民规模的模拟值与真实值有一定差距,但趋势是一致的,GDP与信息能源的模拟值与真实值较吻合,特别是信息能源变量,因此可以认为动力学模型是有效的,可

表3 各变量间的关系模型

变量定义	模型	检验	备注
IUSIZE: 网民规模	$IUSIZE = -65.21 + 5.4 \text{LOG}(GDP)$ t: -10.22 10.69	$R^2=0.97, DW=1.99$	在 0.05%水平显著
SSIZE: 搜索引擎用户规模	$SSIZE = -0.0068 + 0.04(IENERGY) + 0.63(IUSIZE)$ t: -0.03 2.07 5.53	$R^2=0.99, DW=1.63$	在 0.05%水平显著
NSIZE: 网络新闻用户规模	$NSIZE = -0.4905 - 0.03(IENERGY) + 1.01(IUSIZE)$ t: -3.16 -2.20 12.30	$R^2=0.99, DW=2.73$	在 0.05%水平显著
IMSIZE: 即时通讯用户规模	$IMSIZE = 1.2157 + 0.13(IENERGY)$ t: 5.30 5.31	$R^2=0.80, DW=0.58$	在 0.05%水平显著
EMSIZE: 电子邮件用户规模	$EMSIZE = 1.0494 + 0.09(IENERGY)$ t: 7.75 6.09	$R^2=0.84, DW=0.53$	在 0.05%水平显著
BSIZE: 更新博客用户规模	$BSIZE = -0.9618 - 0.02(IENERGY) + 1.13(IPSIZ)$ t: -8.53 -1.95 12.06	$R^2=0.99, DW=3.41$	在 0.1%水平显著
BBSSIZE: 论坛用户规模	$BBSSIZE = 0.7155 + 0.04(IENERGY)$ t: 16.89 9.12	$R^2=0.92, DW=1.04$	在 0.05%水平显著

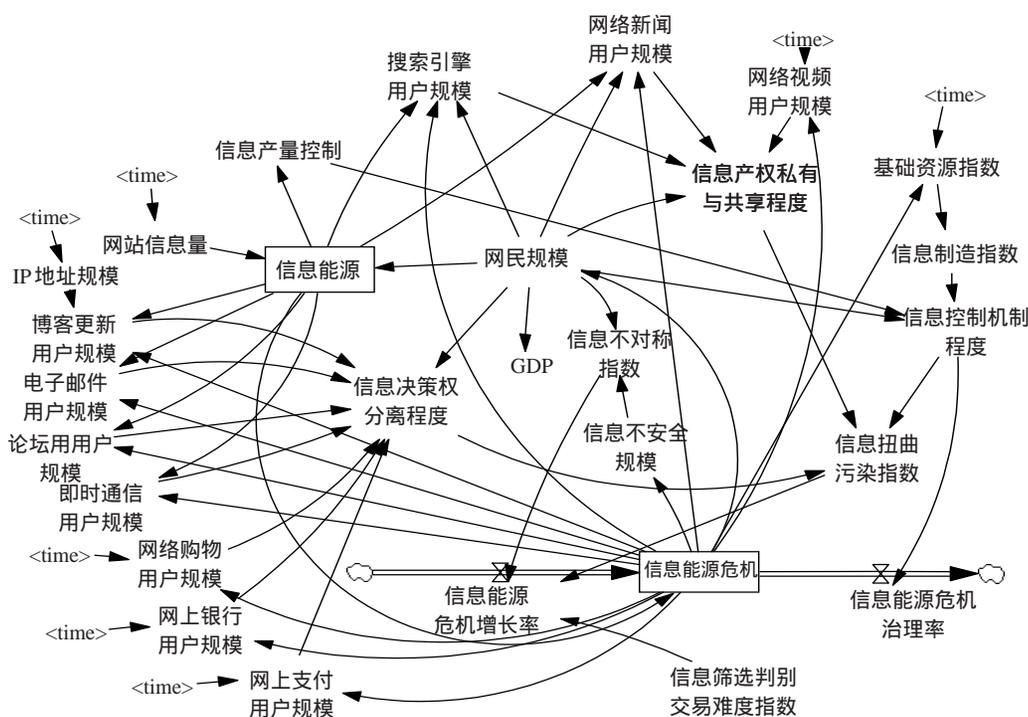


图3 信息能源危机与经济增长演化的混合流图

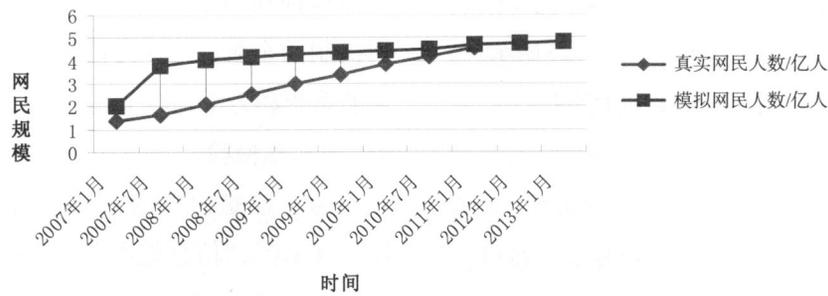


图4 网民规模真实值与模拟值对比

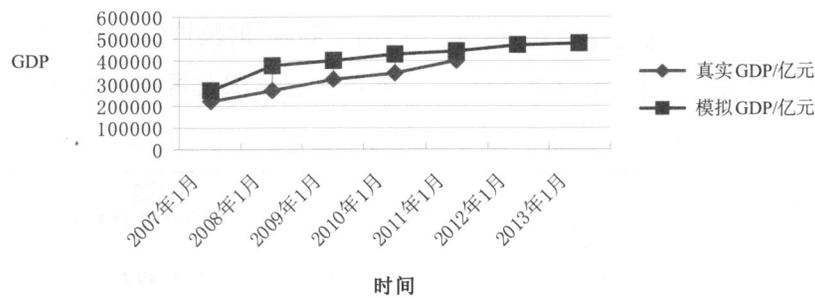


图5 GDP真实值与模拟值对比

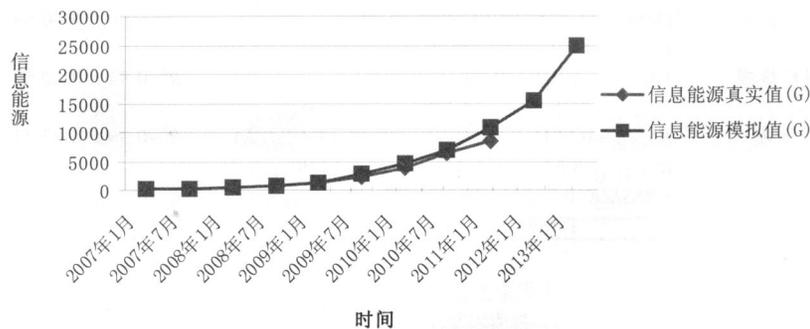


图6 信息能源真实值与模拟值对比

以客观反映实际情况并作出预测。至于模拟与真实有一定区别将在结果分析中进行阐述。

6.3 结果分析

(1) 从2006年底至2012年底,网民规模与经济增长从初始急速增长进入平稳增长,边际规模递减,但信息能源的增长却保持快速增长,边际规模递增。表明我国信息能源发展增速较快,潜力很大,但网民规模将进入一个平稳发展时期。

(2) 在不考虑其他因素对经济增长影响,系统仅考虑信息能源危机对经济增长的影响,发现经济增长也将进入一个平稳增长时期,意味着受未来可能发生的信息能源危机,经济将不再快速增长。

(3) 信息能源危机伴随着信息能源的快速增长

迅速增加,特别是从2011年开始的未来两年,信息能源危机的急速增加意味着我国将面临更加复杂的网络问题。

(4) 由信息产权私有与共享程度、信息控制机制程度、信息决策权分离程度三个方面组成的度量信息扭曲污染指数与三者表现一致的演化轨迹。表明信息产权越共享、信息自治程度越高、信息决策权在所有者与使用者之间的分离程度越高,信息扭曲污染程度越高。因此应界定信息产权归属,控制信息产权的过渡共享,信息制造、传播、共享应受多方监督与审核,信息处置的决策权在使用者身上应承担更多的责任。

(5) 信息能源危机的增长速率主要由信息不对

称指数、信息扭曲污染指数、信息筛选判别交易难度指数三个方面作用,其中信息不对称指数与信息扭曲污染指数保持向上演化轨迹,信息筛选判别交易难度指数呈现向下演化轨迹。表明信息能源危机的增长速率保持增长是受信息不对称指数与信息扭曲污染指数影响更大,受向下演化的信息筛选判别交易难度指数有限。

总之,信息能源危机在一定程度上抑制了经济的增长,在我国,近几年信息能源的急速增长的同时,也带来了信息能源危机爆发的危害性,并将在未来阻碍经济的快速增长,甚至出现经济发展临界点。因此,人们应充分认识信息市场危机的危害性,提高警惕,更加积极地采取措施预防信息能源危机的爆发与制定危机处理机制。

7 结 论

本文致力于寻找信息危机与经济增长的关联性,首次提出信息能源危机概念,在理论上揭示了信息能源危机导致经济发展低效率的原因,充实了该领域的研究。设计有关信息能源危机变量,进行回归,确定变量间关系方程式,进一步构建信息能源危机与经济增长演化的系统动力学模型,得出了未来信息能源危机的快速增长将抑制经济的快速增长的结论,并预测在不考虑其他实际经济刺激因素,受信息能源危机影响未来经济将保持缓慢增长,甚至达到临界点。本研究为信息能源的挖掘、使用、转化为生产力等方面的研究提供了理论基础,也为国家制定新一轮的能源战略规划与信息战略规划提供关键点的思考。

未来研究可围绕几个本质的理论问题:(1)信息能源是促进还是阻碍信息本身的创造;(2)信息能源危机与自然能源危机的相关性;(3)信息能源危机与市场结构存在的相关性,是应该干预信息市场还是自由放任;(4)求解信息能源危机阻碍经济增长可能面临的发展临界点(极值)。这些重点问题的解决有助于认清信息能源危机的内涵,从而制定出有效的应对措施。

参考文献

- [1] Coase R H. The nature of the firm[J]. *Economica*,1937,4 (16):386-405
- [2] Williamson O E. *The Economics of Discretionary Behavior: Managerial Objectives in a Theory of the Firm*[M]. New York: Prentice-Hall, 1964
- [3] Williamson O E. *The Economic Institutions of Capitalism*[M]. New York: Free Press, 1985
- [4] Williamson O E. Transaction cost economics: The natural progression[J]. *Journal of Retailing*, 2010,86(3):215-226
- [5] Dumitrescu D. A definition of an informational energy in fuzzy sets theory[D]. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai Mathematica*, 1977,7(2):57-59
- [6] Onicescu O. Energie informationnelle[J]. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Series I-Mathematics*,1966 (263):841-842
- [7] De Luca A, Termini S. Entropy and energy measures of a fuzzy set[J]. *Advances in Fuzzy Set Theory and Applications*, 1979(20):321-338
- [8] Leski J, Czogala E. A new fuzzy inference system with moving consequents in if-then rules: Application to pattern recognition[J]. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences*, 1997,45(4):643-655
- [9] Leski J, Czogala E. A new artificial neural network based fuzzy inference system with moving consequents in if-then rules and selected application[J]. *Fuzzy Sets and Systems*, 1999(108):289-297
- [10] Taheri S M, Azizi R. On information energy of the image fuzzy sets[J]. *Information Sciences*, 2007,177(18): 3871-3881
- [11] Machlup F. *The Production and Distribution of Knowledge in the United States*[M]. Princeton: Princeton University Press, 1962
- [12] Machlup F. *Knowledge: Its Creation, Distribution and Economic Significance(III), the Economics of Information and Human Capital*[M]. Princeton: Princeton University Press, 1984
- [13] Bell D. *The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting*[M]. New York: Basic Books, 1976

- [14] Campos A M, Miller R E. Empirical relationships between the energy and information segments of the US economy[J]. Energy Policy,1997,25(11):913-921
- [15] Bustince H, Mohedano V, Barrenechea E, et al. Definition and construction of fuzzy DI-subsethood measures[J]. Information Sciences,2006(176):906-929
- [16] Chiu C H, Wang W J. Simple calculation for the entropy of the fuzzy number in addition and extension principle[J]. International Journal of Fuzzy Systems, 2000, 2(4):256-266
- [17] Chad S. Measuring the impact of asymmetric information: An example from energy conservation[J]. Journal of Regulatory Economics, 2003,24(3):329-357
- [18] Ueno T, Inada R, Saeki O, et al. Effectiveness of an energy-consumption information system for residential buildings[J]. Applied Energy,2006(83):868-883
- [19] Bhatia P K. On measures of information energy[J]. Information Sciences, 1997(97):233-240
- [20] Onicescu O. Energie informationnelle[J]. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series I - Mathematics, 1966(263):841-842
- [21] Boyarsky A, Góra P. Energy and information of chaotic dynamical systems[J]. Chaos, Solitons and Fractals,2001(12):1611-1618
- [22] Torrealdea F J, Sarasola C, d Anjou A. Energy consumption and information transmission in model neurons[J]. Chaos, Solitons and Fractals, 2009(40):60-68
- [23] Tiwana A, Konsynski B, Bush A A. Platform evolution: Coevolution of platform architecture, governance, and environmental dynamics[J]. Information Systems Research, 2010,21(4):675-687

(责任编辑 徐 惠)

Analysis of the Correlation of Information Energy Crisis and Economic Growth Based on System Dynamics

ZHUANG Weiqing, LIU Zhenyu

(School of Management, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: Information energy is an information network set that consisted of substantial information elements existing in a variety of network platforms have directly or indirectly effects on economic product. It is a virtual form of energy, not only renewable but also creative. The insufficiency, uncontrollability, redundancy and limit of information energy go to information energy crisis and the complex relationship between expansion of information energy and efficiency of adopting it go to crisis too. This paper uses the data of CNNIC (2006-2010) and others, and then constructs the variables and regresses to determine the equation of the relationship between variables, further construct the system dynamical evolution model on the correlation of the information energy crisis and economic growth. The conclusion of research is the rapid growth of information energy crisis will inhibit the rapid economic growth in the future, and predicts that the future economic growth will remain slowly, and even reach a critical point, under without considering other measures of stimulating the economy.

Key words: information energy crisis; economic growth; association; system dynamics