

文章编号:1007-6735(2012)02-0154-12

复杂社会经济系统中的流动性

翁 鑫, 王有贵

(北京师范大学 管理学院, 北京 100875)

摘要: 当前研究社会经济系统复杂性的一个焦点是对各类普适的尺度分布特征及其成因的探究. 然而, 尽管在宏观尺度上整个体系已经表现出稳定的分布, 而组成系统的个体可能依然在剧烈地波动. 从整体上描述和研究这种微观变动的特性就是流动性分析, 它和分布研究互相补充才能深入、准确地理解社会经济系统的复杂性. 近几十年来在福利经济学中对于流动性已经开展了一系列有益的探讨, 但在复杂性科学领域最近几年才有所涉及. 本文首先介绍了流动性概念及测量方法, 之后对个人收入、世界财富、城市人口等问题的流动性实证研究进行了回顾, 进一步深入探究了流动性的决定因素, 为揭示普适的尺度分布的成因提供了更多的依据.

关键词: 社会经济系统; 流动性; 尺度分布; 测量指标; 流动性分解

中图分类号: N 94 **文献标志码:** A

Mobility in Complex Socio-economic Systems

WENG Xin, WANG You-gui

(School of Management, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: One focus of the research on complexity of socio-economic systems is to explore characteristics of various universal size distributions and their formation mechanisms. However, the individuals of which the system consists are possibly still varying dramatically over the concerned size even though the whole system has already attained a stable distribution. The description and study on the variations from aggregate perspective is called mobility analysis. With explorations on size distributions together, the studies on mobility can approach substantial and comprehensive understanding of complexity of socio-economic systems. The concept of mobility and its measurements were elaborated, and then some empirical works on mobility analysis of individual income, world wealth and city population which have been carried out in past were retrospected. In order to provide more evidence for uncovering the mechanism behind those universal size distributions, the determinants of mobility were further looked into.

Key words: *socio-economic system; mobility; size distribution; measurement index; mobility decomposition*

收稿日期: 2012-03-13

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(61174165); 教育部新世纪人才支持计划资助项目(NCET-10-0245)

作者简介: 翁 鑫(1989-), 男, 硕士研究生. 研究方向: 复杂社会经济系统等. E-mail: wx_8921@126.com

王有贵(联系人), 男, 教授. 研究方向: 复杂社会经济系统等. E-mail: ygwang@bnu.edu.cn

在复杂性科学中,尺度分布一直以来都是人们关注的重要问题,它能帮助我们理解各独立决策而又相互联系的个体组成的社会系统会表现出怎么样的秩序^[1].近年来,人们陆续推出有关社会经济中各种各样尺度分布的实证观察.非常有趣的是,同自然系统类似,许多社会系统也表现出普适的尺度分布特性,特别是多数分布呈现为幂律或者 Zipf 律的模式.如家庭收入分布、企业规模分布、城市人口分布及世界财富分布等^[2-10].这些发现激发研究者探求这些稳定分布背后的机理,因此,提出了许多理论模型来试图重现这些实证结果^[11-14].然而,迄今为止,现有的对于尺度分布那些普适特性的理论解释都不能完全令人信服.关键的问题是,大量的理论探讨都将注意力集中在如何复制或再现所观测到的分布形式上,而对引致宏观现象底层的微观动力学的合理性却很少探究.然而,刻画不断演化的复杂社会系统,单纯依靠静态的分布是远远不够的,还需要深入到底层对系统的微观结构和个体的动力学过程有更多的认识.目前,人们已经注意到,在宏观分布已经达到稳定后,微观层面上的个体变动还是很剧烈.例如,Batty^[15]的研究发现,尽管前100个大城市的人口数量在分布形式上随时间基本没有变化,但是,各个城市的人口数量和排名却都在不断变动着.郭金忠等^[16]在分析2002~2009年中国企业五百强也看到它们的营业收入的尺度分布非常稳定,即 Zipf 分布的指数几乎没有变化.然而,对于单个企业而言变化却一直很大.同样可以想象,世界和各国的富豪排行榜总是不断有人出局,有新人入围,即使留在榜上的人,他们的财富数量和名次也都与以往各不相同.

因此,为了澄清形成那些特定分布的主要原因,有必要进一步深入考察这些稳定分布背后的微观动力学过程.对一个描述系统的理论有效性的判定,既要能够再现稳定的分布,还要能够再现动力学特性.因此,当我们关心某类稳定分布成因的时候,需要把握这个系统的流动性等动力学特性.目前国内外已经有大量的关于流动性的研究工作,本文将在这里对前人工作的结果作一综述,以期对将来的研究有所裨益.

1 流动性的概念和测量方法

实际上,这种对微观个体变动的整体性描述起源于经济学的福利经济学这个分支.人们进行这项研究的初衷是探寻收入分配“结果不平等”的现状下

是否存在“机会平等”,着重考察某一时期内社会个体或群体经济或社会地位的变动情况,经济学家们将这种变动称之为流动性(mobility)^[17-18].举一个简单的例子来说明流动性的概念.假设一个经济体中只有A和B两个人,他们当前的收入分别为1元和2元,下一时期他们的收入变了,A的收入增加了1元,变成了2元,而B的收入减少了1元,变成了1元,单独看两个时期的收入分布都是不平等的且不平程度没有变化,但是,如果分别看两个时期内A和B的收入,可以发现,A由低收入者变成了高收入者,B由高收入者变成了低收入者,从这个角度看,收入分配又是平等的,因为,每个人的收入或排名都有机会发生变动,这种个人收入或排名随时间的变动即为流动性.最早流动性仅仅被用于研究个人收入的变动,但是,随着对流动性研究的不断深入,如今流动性已被用于研究企业规模、城市人口及世界财富的变动等.这里为了方便起见,在介绍流动性的相关理论研究时将全部以个人收入领域为背景进行说明.

由于观察的视角不同,目前对流动性存在着许多不同的定义方式,主要可以分为两大类:绝对意义上的流动性和相对意义上的流动性.前者认为同一个体在不同时期收入大小发生了变化了就存在流动性,后者则认为流动性是指同一个体在不同时期收入在整个经济系统中相对位置的变化.同流动性的定义一样,对流动性的测量也没有一个统一的理论,不同的学者从不同的角度出发提出了许多不同的测量方法^[17-23],同样可以分为两大类:绝对流动性测量指标和相对流动性测量指标.

1.1 绝对流动性测量指标

Field和Ok^[21]对绝对流动性测量指标进行了公理化构建,并提出了欧式距离函数来测量流动性,其计算式为

$$M(x) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |x_{i,0} - x_{i,1}| \quad (1)$$

式中, N 为经济系统中个体的数目; $x_{i,0}$ 、 $x_{i,1}$ 分别为初期和末期个体*i*的收入.

式(1)衡量了所有个体收入的平均绝对变动量,其中,对于每一个个体来说,收入变动对流动性的贡献是相同的.然而,考虑到对于富人和穷人来说,同等数额的收入变动意义是不一样的,例如,1元钱的收入变动对于富人来说几乎没有影响,但是,对于穷人来说可能至关重要.因此,为了使流动性指标具有更加准确的社会经济含义,Field和Ok^[23]又改进了

流动性的计算公式

$$M(x) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |\lg x_{i,0} - \lg x_{i,1}| \quad (2)$$

式(2)衡量了所有个体收入对数值的平均绝对变动量,根据对数函数的性质可知,同等数额的收入变动,对于富人来说其产生的流动性小于穷人.由此可见,式(2)弱化了富人收入变动对流动性的贡献,同时强化了穷人收入变动对流动性的贡献.

绝对流动性测量指标主要关心个体收入相对于初始位置的绝对偏移量的大小,反应了整个系统中所有个体收入绝对量的变动情况.但是,该类测量指标存在着一些不足之处,就是无法判断长期内所有个体收入变动的机会是否平等.另外,不同的量纲会导致流动性差别很大,不同的系统之间流动性也无法进行比较.而基于相对位置变动的相对流动性测量指标能够很好地弥补这些不足,从这个角度来看,相对流动性测量指标似乎更有吸引力.

1.2 相对流动性测量指标

Prais^[17]、Shorrocks^[18-19]、Atkinson、Bourguignon 和 Morrison^[20]等为相对流动性的发展作出了巨大的贡献,他们认为流动性是系统中所有个体收入相对位置重新排列的一种现象,流动性是相对意义上的概念,与收入的增长或减少关系不大.他们对相对流动性测量指标进行了一系列的公理化构建,并且在公理化的基础上定义了许多不同的测量指标.

相对流动性测量指标主要可以分为两大类,一是基于位置变动的测量指标,二是基于份额变动的测量指标.位置变动是指个体收入水平在系统中所处等级位置的变动,根据不同的情况,系统收入水平可以划分五个、十个、百个等级等,个体收入水平在系统中所处等级位置发生变动即产生了流动性.份额变动是指个体收入占总体收入份额的变动,相对于位置变动而言,份额变动更加关注个体收入相对于其他人的变动程度,只要个体收入占总体收入份额发生变动即产生了流动性.使用前面的例子来进一步说明,假设一个经济体中只有 A 和 B 两个人,他们当前的收入分别为 1 元和 2 元.下一时期他们的收入变了,A 的收入增加了 1 元,变成了 2 元. B 的收入增加了 1 元,变成了 3 元,A 和 B 的排名没有发生变化,但是,A 的收入份额由 33%变成了 40%, B 的收入份额由 66%变成了 60%.目前相对流动性测量指标使用最为普遍的计算公式也是欧氏距离函数,与绝对流动性测量指标一致,只需将式(1)中收入绝对数值换成收入相对排名或者收入相对份额即可.

由上可知,相对流动性是与绝对流动性完全相对的一个概念,但是,相对流动性对于绝对流动性来说是一个很好的补充,相对流动性测量指标主要关心个体收入在系统中相对位置的变动,反应了长期内个体收入相对位置是否变动以及变动的程度如何,进一步,其值可以标准化为 1,因而在不同的系统之间可以很容易地进行比较,很好地弥补了绝对流动性的不足.

总之,绝对流动性和相对流动性体现了学者们对同一个问题不同的研究视角和侧重点,它们之间相互补充.因此,研究时对这两类指标同时进行考察,能够帮助我们更加全面地理解整个系统的微观动力学特性.

2 流动性的实证与分析

2.1 个人收入流动性

收入流动性一直以来都是国内外学者们非常关心的话题,大量的实证研究工作相继出现,大部分都集中在分析发达国家的收入流动性,这主要是源于发达国家居民收入数据的可得性和可靠性. Atkinson、Bourguignon 和 Morrison^[20]对收入流动性的实证研究工作进行了一个全面的综述,介绍了美国、英国、法国、加拿大、德国以及其它一些国家的收入流动性实证研究结果. Jarvis 和 Jenkins^[24]利用“英国家庭收入调查”1991~1994 年 4 期数据,研究发现这期间连续两年之间收入流动性存在但都不是很大,并发现低收入人群的收入流动性高于中高收入人群的,老年人群的收入流动性高于其它年龄段人群的. Canto^[25]研究了 1985~1992 年间西班牙的收入不平等性和流动性,得出结论,这期间西班牙收入不平等略微下降,而与此同时收入流动性有所增长,并发现低收入人群的收入流动性高于高收入人群的,这与 Jarvis 和 Jenkins 在英国所得出的结论是一致的. Aaberge 等^[26]比较了 20 世纪 80 年代北欧国家和美国之间的收入不平等性和流动性,发现北欧国家的收入不平等性低于美国的,并发现一个很奇特的现象,就是北欧国家与美国的劳动力市场和社会政策都大大不同,但是,它们的收入流动性变动模式却表现出惊人的相似. Lukiyanov 和 Oshchepkov^[27]研究了俄罗斯在 2000~2005 年经济快速增长时期的收入流动性,发现俄罗斯的收入相对流动性和绝对流动性均高于西方国家的,且低收入人群的收入增长快于高收入人群的收入增长,收

入不平等性在逐渐降低.

近年来随着中国经济的高速发展,国内外学者们对中国居民收入流动性的关注也开始逐渐增多. Nee^[28]最早研究了中国农村家庭收入变动,他们的结论是,随着中国改革开放的进行,原有的社会收入分层开始动摇,农村家庭收入变动大大加快. 王海港^[29]利用“中国经济、人口、营养和健康调查”1987~2000年期间4期中国家庭收入数据,度量了1987~2000年期间的中国家庭收入变动,研究发现,中国家庭收入的变动在这一时期减慢,但收入变动在4个时期内均有利于收入分布的平等,到20世纪90年代中期后收入变动对农村和城镇家庭的这种平等分配作用大大减弱,但对改善城市家庭的平等分配作用有所增强. Khor 和 Pencavel^[30]利用中国社会科学院收入分配课题组1995年的城镇住户调查数据,研究发现1990~1995年间中国的收入流动性高于美国及一些发达国家的. 尹恒等^[31]研究发现1998~2002年间中国城镇各个特征人群的收入流动性都比1991~1995年间的显著下降,已与一些发达国家的收入流动性水平接近,收入流动性的降低使得收入阶层的分化趋于稳定.

以上对中国居民收入流动性的研究所采用的都是相对流动性指标,虽然可以反映出经济系统内个体收入之间相对位置的变动,但是,不能够反映出个体收入的绝对变动量. 为了更加全面地研究收入流动性,丁宁和王有贵^[32]利用“中国经济、人口、营养和健康调查”家庭收入数据,测算了1989~2000年间中国家庭收入绝对流动性,与相对流动性形成了相互补充. 选取的绝对流动性指标就是由Field和Ok提出来的式(2). 测算结果表明,长期内我国收入绝对流动性高于短期,并且高于美国及其它一些发达国家. 另外,他们发现1989~2000年间我国收入流动性持续保持较高,并未出现下降趋势,这与文献[29,31]中的研究结论不一致,但这里并不矛盾,因为,这里测算的是绝对流动性,与相对流动性所研究的侧重点不相同.

2.2 世界财富流动性

人们不仅仅关心个人财富的流动性,世界财富的流动性也一直以来是国内外学者们的研究重点. Quah^[33]在1993年运用了分位数马尔科夫链矩阵的方法研究了世界财富在不同国家之间流动的长期动力学过程,发现世界财富呈现出朝着两极化变动趋势,明显地分为富裕和贫穷两个群体. 同样,采用Quah的研究方法,Paapaa和Van Dijk^[34]利用

1960~1989年120多个国家人均GDP(国内生产总值)数据,研究发现这期间世界财富主要从富裕国家流向贫穷国家,中等国家财富几乎没有变动. Bourguignon和Morrisson^[35]进一步拓展了这个工作,研究发现一个国家的财富流动性强依赖于过去它所拥有的财富. Parker和Gardner^[36]利用世界银行1972,1982,1992年106个国家人均GNP(国民生产总值)数据,采用7种不同的流动性方法计算了不同国家之间的财富流动性,其中,6种方法的计算结果表明,1982~1992年间比1972~1982年间世界财富流动性有所增加,但与此同时,世界财富分布不平等性也有所增加.

我国也有学者致力于这方面的研究. 徐蓓珊等^[37]研究了1970~2007年间163个国家的财富分布以及财富流动性,发现这期间这些国家的人均GDP分布呈现出指数分布,并多年来保持稳定不变,如图1所示(见下页). G 为人均GDP, R 为排名. 进一步,他们深入微观层面对世界财富流动性进行研究,首先以时钟形式^[15]直观展示了这38年间163个国家的人均GDP及其相应排名的变动过程,如图2和图3所示(见下页),其中,时钟图中每一圈分别代表不同的人均GDP和人均GDP排名,由内到外依次增大,然后分别计算了人均GDP的绝对流动性和相对流动性,流动性的计算可由式(1)给出,但这里 $x_{i,0}$ 和 $x_{i,1}$ 可分别表示初期和末期该国家的人均GDP或其相应的排名. 最后,为了考虑不同规模国家财富变动的不同意义,提出了一种新的流动性指标,称之为增长流动性. 他们定义一个国家 i 在时刻 t 的流动性为 $\lambda_i(t) = G_i(t)/G_i(t-1)$,所占财富份额为 $g_i(t) = G_i(t)/G(t)$,其中, $G_i(t)$ 表示国家 i 在时刻 t 的人均GDP, $G(t) = \sum_i G_i(t)$,整个经济系统的增长流动性定义为 $\lambda(t) = \sum_i g_i(t)\lambda_i(t)$. 这3种流动性指标的计算结果如图4所示(见下页),由此得出以下3个结论:1970~2007年间163个国家的财富分布保持稳定的背后财富流动仍十分剧烈;在1991年之前增长流动性小于相对流动性,1991之后增长流动性则大于相对流动性,主要源于这期间GDP规模较大的国家财富变动对流动性的贡献;绝对流动性和增长流动性的变化趋势大体一致.

2.3 城市人口流动性

除了个人财富流动性和世界财富流动性,城市人口流动性也受到了国内外学者们的关注. 其中,对城市人口流动性进行研究最著名的论文就是Batty

在2005年发表在Nature上的文章^[15],他认为在研究一个系统时,仅仅在单一的时间点从宏观层面考察

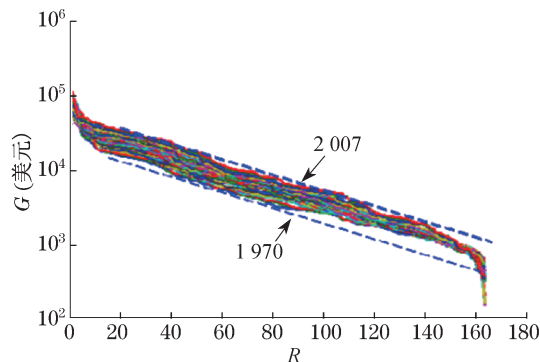


图1 1970~2007年163个国家的人均GDP分布
Fig.1 Distributions of GDP per capita for 163 countries from 1970 to 2007

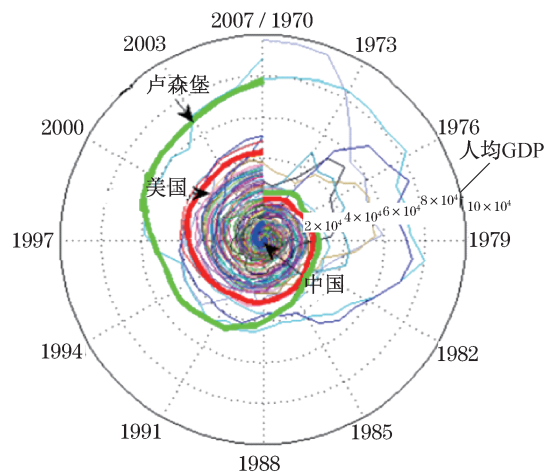


图2 1970~2007年163个国家的人均GDP时钟图
Fig.2 GDP per capita clock for 163 countries from 1970 to 2000.

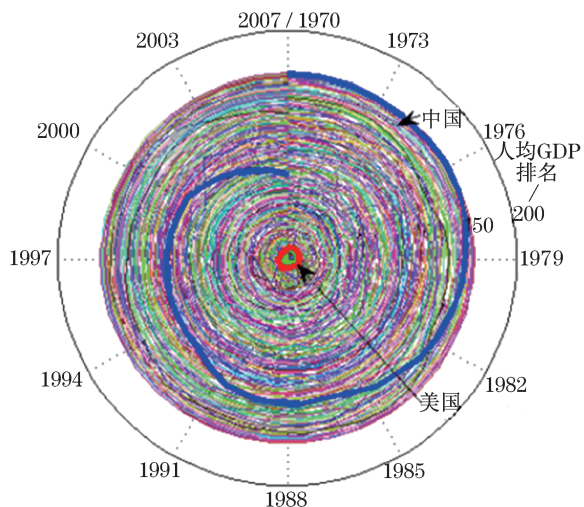


图3 1970~2007年163个国家的人均GDP排名时钟图
Fig.3 Rank clock for 163 countries from 1970 to 2007

静态的尺度分布是不够的,因为,在静态的尺度分布下隐藏了十分剧烈的微观变动过程.为此,他选取了

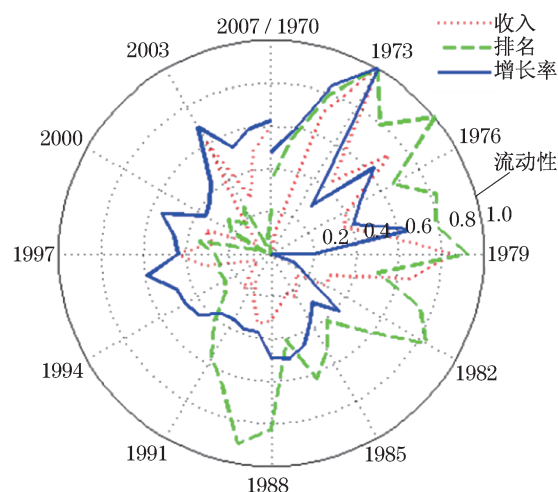


图4 标准化后的3种流动性指标时钟图
Fig.4 Three kinds of normalized mobility in the clock form

3个不同时期不同城市人口的数据(公元1790~2000年美国前100个大城市人口数据,公元1901~2001年英国458个城市人口数据,公元前430~公元2000世界前50个大城市人口数据)来研究城市人口分布和微观变动过程,并创造性地提出了以“等级钟(rank clock)”的形式来展示城市人口排名的微观变动,如图5~8所示。 P 为城市人口。由图5~8可以看出,无论在哪个时期,无论是美国、英国还是世界范围内,城市人口都呈现出幂律分布且,分布形式基本没有变化.然而,每个城市人口的排名却在不断地变动之中,并且变动的模式也各不相同.进一步,他运用Gibrat的“比例扩展律”模型^[38]模拟了城市人口的演化过程,发现模拟结果虽然在宏观层面上能够很好地重现城市人口分布模式,但是,在微观层面上城市人口变动过程与实际情况完全不同,说明该模型对城市人口演化过程的解释还不够完善,有待于结合微观的变动过程予以改进.在Batty工作的基础上,Benguigui等^[39]研究了1950~2005年以色列的城市人口的分布和微观变动过程,与Batty得出了同样的结论:这期间以色列的城市人口分布保持稳定不变,但是,城市人口排名变动却十分剧烈.另外,运用“比例扩展律”模型模拟的数据在宏观层面上表现与实际数据一致,但是,在微观层面却表现出更大的变动性.我国刘妙龙等^[40]引入Batty提出的“等级钟”的理论,利用地级以上的城市人口数据,研究了中国城市规模排名的演化特点.研究发现,中国特大城市的规模排名变动较小,城市位序稳

定;区域空间差异方面,东部沿海城市排名变动明显,位序迅速上升,东北区城市排名变化同样较大,

但是,变化方向与东部沿海城市相反,排名逐渐下降,中西部城市排名变化不大.

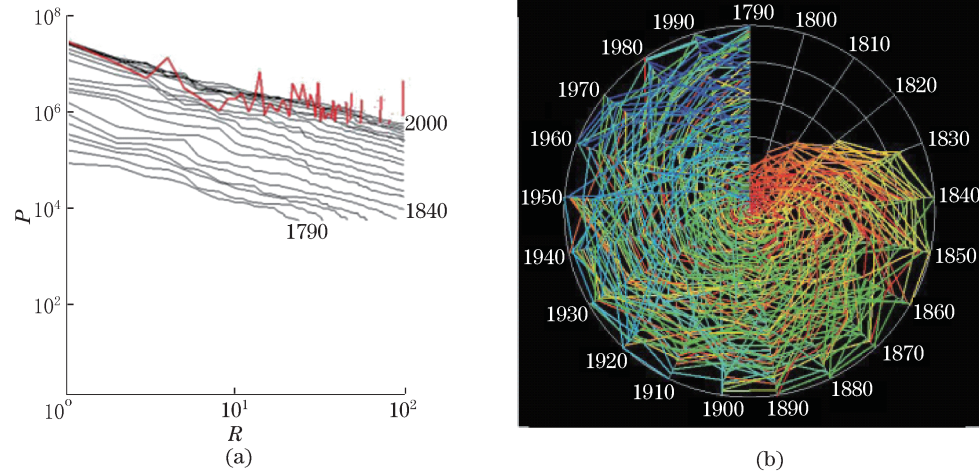


图 5 公元 1790~2000 年美国城市人口分布及等级钟

Fig.5 Rank size and rank clocks for the United States urban system 1790~2000

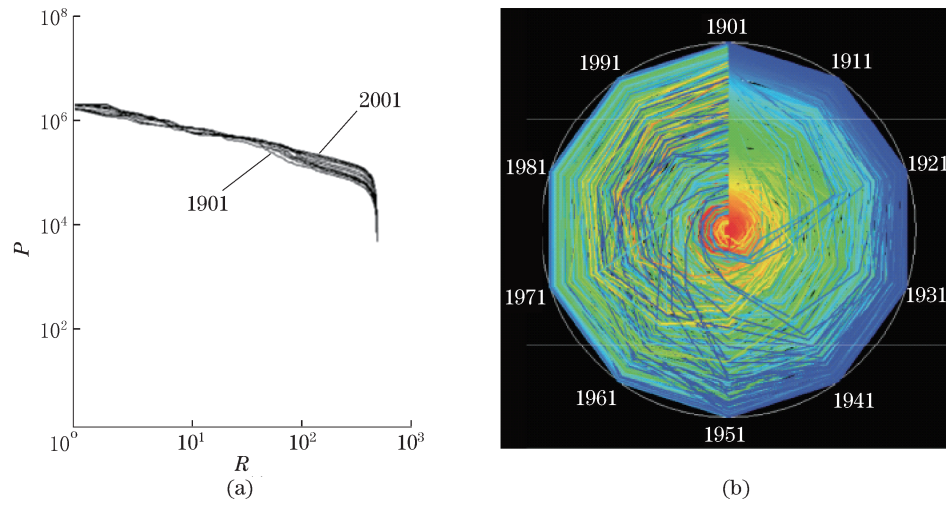


图 6 公元 1901~2001 年英国城市人口分布及等级钟

Fig.6 Rank size and rank clocks for the United Kingdom urban system 1901~2001

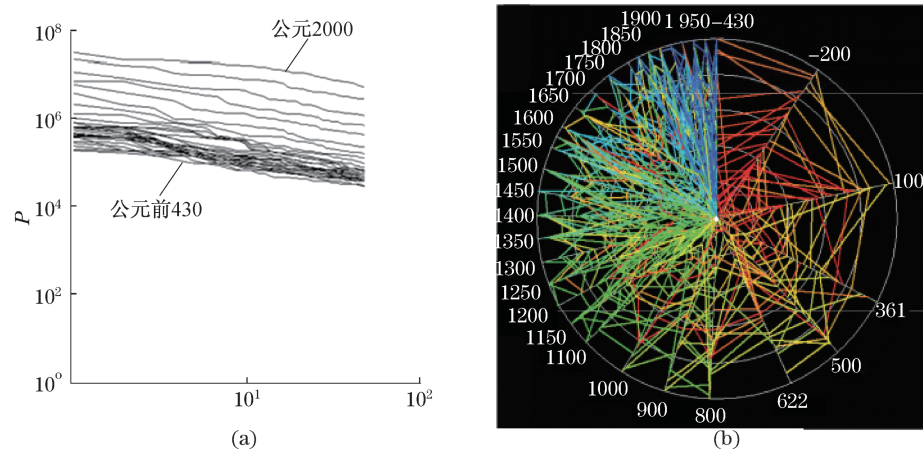


图 7 公元前 430~公元 2000 年世界城市人口分布及等级钟

Fig.7 Rank size and rank clocks for the World urban system 430 BC~AD 2000

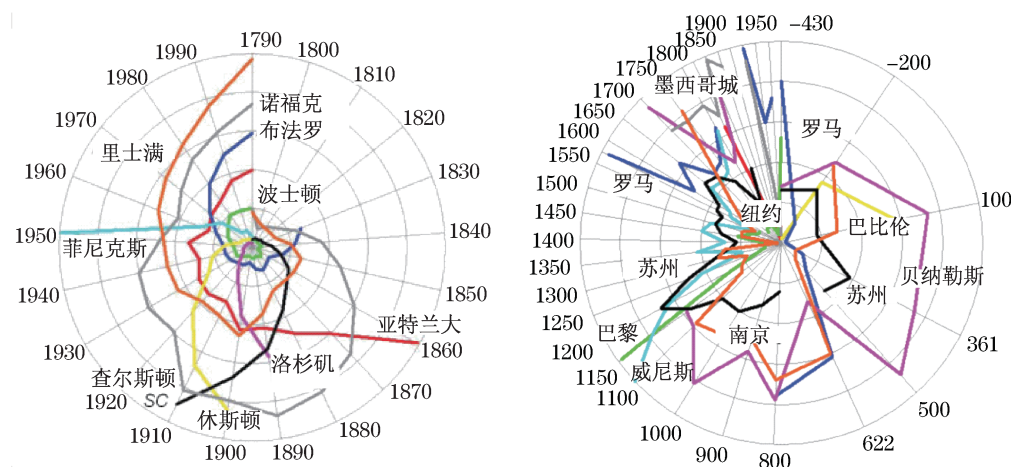


图8 等级钟中样本城市排名的变动轨迹

Fig.8 Trajectories of a sample of cities in rank clocks

2.4 其它流动性

流动性指标除了被用来研究经济系统中个人收入变动、世界财富变动、城市人口变动的动力学过程外,还被广泛运用于其它领域. Dumas 等^[41]研究了1983~2005年以色列的居民工资流动性,发现在以色列犹太人的工资流动性明显高于其他人,其原因是犹太人人力资本高,其所带来的工资增长对工资流动性贡献大. 郭金忠等^[16]利用中国企业五百强的营业收入数据测量了企业营业收入、排名和份额的流动性. 研究表明,所有企业的营业收入都有增长趋势,但企业间差距在扩大,大中型企业的营业收入对宏观经济的贡献份额在缓慢减小,小型企业的营业收入贡献份额在升高. Estrada^[42]将流动性指标应用到复杂网络的研究之中,定义了信息流动性指标,用来研究信息在复杂网络中不同节点之间流动的动力学过程,发现无论在随机网络还是真实世界网络中信息流动性大小与一个复杂网络扩散出50%的信息所需的时间呈现出幂律关系.

3 流动性的成因及决定因素

对流动性的概念、测量方法及实证分析的研究已有大量的相关工作,但是,流动性到底如何度量,指标如何构造,始终还没有一致的说法. 为了更科学地构造流动性的测量指标以及利用这些指标来理解系统的微观动力学过程,学者们开始将更多的精力投入到对流动性的成因及决定因素的研究中. 为了探寻流动性的来源,Markandya^[43-45]最早提出了流

动性分解的方法,将流动性分解为互换式流动性(exchange mobility)和结构式流动性(structure mobility). 其中,互换式流动性是指在收入分布不变的情况下个体收入的变动,结构式流动性是指收入分布的变动. 进一步,在 Markandya 工作的基础上, Kerm^[46]将结构式流动性又分解为两部分,分别为增长因子和分散因子. 目前常见的对流动性的分解即为3部分:转换因子、增长因子和分散因子. 其中,转换因子是指收入分布不变情况下个体收入的变动,增长因子是指所有个体收入同时增加或减少的数量,分散因子是指个体收入排名不变情况下总体收入的再分配. 实证方面,丁宁和王有贵^[32]按照 Kerm 提出的流动性分解方法将1989~2000年中国家庭收入流动性分解为转换因子、增长因子和分散因子这3部分,如图9所示. β 为百分率, Y 为年份, g 为GDP增长率. 分解结果表明,无论是长期内还是短期内,转换因子对流动性的贡献最大,这与美国及一些发达国家的长期流动性分解结果是大体一致的,唯一不同的是在中国增长因子对收入流动性的贡献率相对要大些. 因此,他们得出结论:中国收入流动是一个收入互换伴随着收入增长的过程. 徐蓓珊等^[37]将1970~2007年163个国家的财富流动性同样分解为转换因子、增长因子和分散因子这3部分,发现这期间增长因子对世界财富流动性贡献最大. 综上,Markandya 和 Kerm 对流动性分解的工作为理解流动性的决定因素建立了一定的基础,但是,为了进一步把握流动性的本质和决定因素,还需要从其它角度来更多地分析流动性的特征.

近年来,一些国内学者们利用货币转移模型^[47-49]从理论模型的角度进一步分析了流动性的特

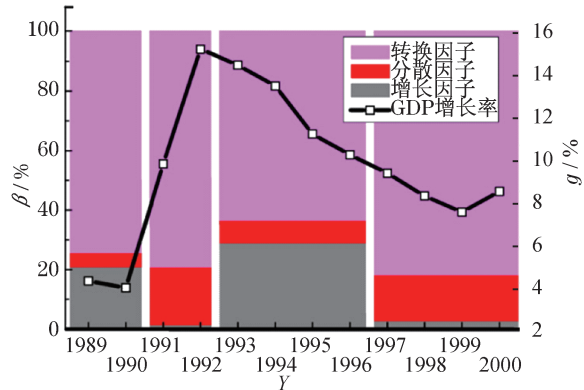


图9 1989~2000年中国家庭收入流动性的构成:转换因子、增长因子和分散因子及GDP增长率

Fig.9 Contribution of three modes: exchange, growth, and dispersion, to household income in China (histogram) and the growth rate of the GDP (line with points) from 1989 to 2000

征^[50-53]. 丁宁等^[52]依据已有的流动性测量指标对4种典型的货币转移模型进行了分析,发现流动性大小及其特性在不同的交易规则下的结果有很大差异. 4种货币转移模型分别是类理想气体模型(ideal gas-like model)、同储蓄率模型(uniform saving rate model)、异储蓄率模型(diverse saving rate model)和分配偏好模型(preferential dispensing model). 所有模型

中都假设个体数 $N = 1\,000$, 总货币数 $m = 10\,000$, 起始阶段每个个体所拥有货币量相等都为100. 在模型1中, 交易规则是所有个体都不储蓄财富, 每一轮随机抽取2个个体拿出自己总财富随机比例的货币进行交换; 在模型2中, 交易规则是所有个体都储蓄相同比例的财富, 每一轮随机抽取2个个体拿出储蓄后剩余财富随机比例的货币进行交换; 在模型3中, 交易规则是不同个体储蓄不同比例的财富, 每一轮随机抽取2个个体拿出储蓄后剩余财富随机比例的货币进行交换; 在模型4中, 交易规则是每一轮每一个个体都拿出其财富随机比例的货币, 再以一定概率随机选取其他人来接受这一笔货币, 被选中概率的大小与个体所拥有的财富成正比. 通过追踪4种模型中的个体排名随着时间的变动(如图10所示)以及计算衡量个体排名变动的流动性指标大小, 发现在模型1和模型2中整个经济系统十分平等, 每一个个体排名变动都很大, 都有机会变得富裕或贫穷, 相应地, 系统流动性也较大, 并且与储蓄率成反比. 而在模型3中发现了不同的现象, 整个经济系统出现了社会分层, 富人一直保持富裕, 穷人很难摆脱贫困, 相应地, 系统流动性也远远低于模型1和模型2. 这主要归因于个体之间不同的储蓄率, 储蓄率越高的个体, 排名越靠前且越稳定, 因此, 形成图10(c)中所示的分层现象. T 为交易轮次. 在模型4中没有出现社会分层现象, 但是, 流动性却是最低的, 这

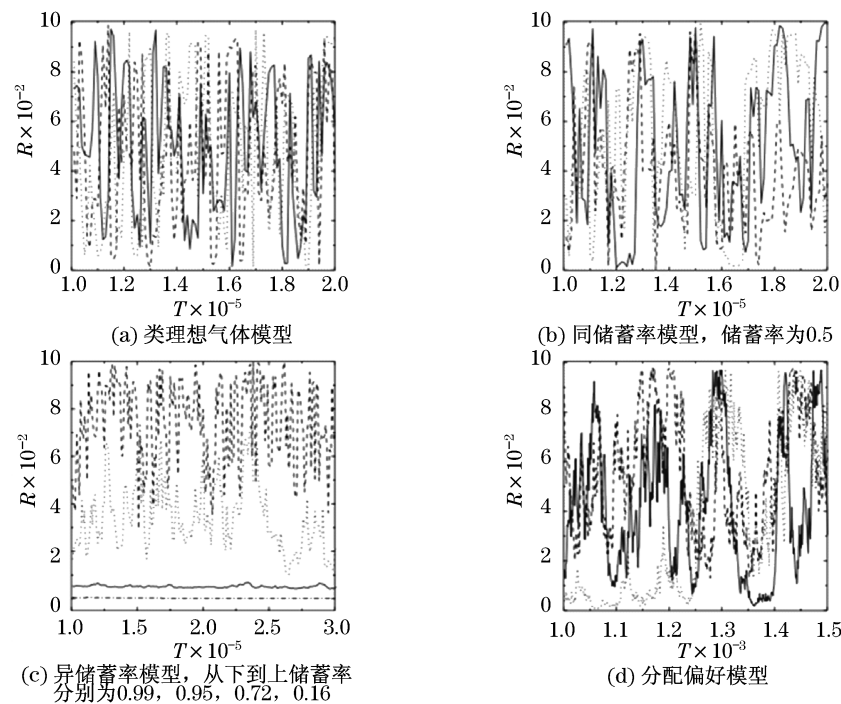


图10 4种货币转移模型下的个体收入排名随时间变动图

Fig.10 Typical time series of individual income rank in four different money transfer models.

是由于交易规则使得每一个个体会滞留在过去的排名上较长时间.由此可知,经济系统中收入流动与实际存在的交易规则有很大关系,不同的交易规则下收入流动模式完全不相同,流动性大小也有较大差异.

柳青等^[53]进一步研究了货币转移模型中流动性的决定因素,所采用的货币转移模型同储蓄率模型(uniform saving rate model),流动性选取的是计算个体收入排名变动的相对指标.研究发现,流动性与个体的储蓄率成反比,与时间间隔成正比,如图11所示. M 为流动性, S 为储蓄率.当个体的储蓄率越高时,经济系统中流动的货币就越少,因此,流动性就越低,这点是很容易理解的.而为了理解流动性与时间间隔的正比关系,他们进一步分析了个体排名时间序列的自相关性,发现自相关系数与时间间隔成负指数关系,由此可知,时间间隔越大时,个体排名时间序列自相关系数越小,个体排名波动越大,流动性也就越大.

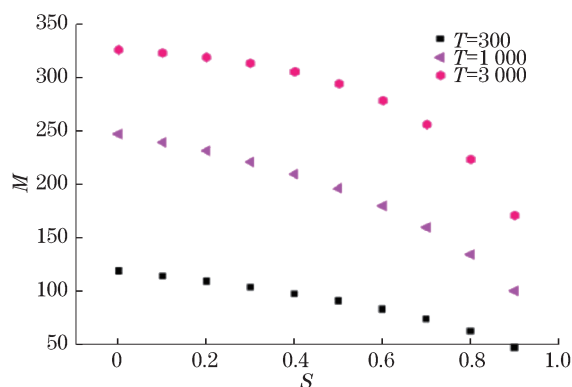


图11 不同时间间隔 T 下流动性 M 与储蓄率 S 的关系
Fig.11 Relation between mobility and saving rate under different time interval

事实上,很早就有学者开始研究个体收入水平或排名在随时间变动过程中的相关性,后来这种个体收入在一定程度上由过去所决定的性质被称之为流动性的时间依赖性. Hart^[54]早在1976年就尝试用两期收入的皮尔森相关系数来测量收入流动性的,该相关系数越大,则意味着流动性越小,后来 Schiller^[55]、Atkinson^[20]、Hungerford^[56]等也计算过类似的指标.但是,真正对于流动性时间依赖性的研究开始于转换矩阵这一工具的运用,转换矩阵最早来自于数学家们对一阶马尔科夫链随机性质的研究,后来被学者们用于研究经济系统中的收入流动问题.对于一个经济系统而言,可以构造出一个收入

转换矩阵, $\mathbf{P}(x, y) = [P_{jk}(x, y)]$, 其中, x 和 y 表示起始期和结束期的收入分配, P_{jk} 表示在起始期收入 x 处于收入等级 j 的个体在结束期变动到收入 y 处于收入等级 k 的概率. 当转换矩阵为单位矩阵时,收入是完全时间依赖的,收入等级在前后两个时期不会发生任何变动,收入流动性为0;当转换矩阵中每一个元素都相同时,收入是完全非时间依赖的,收入在下一个时期可以变动到任何等级,收入流动性达到最大.因此,在同一个系统中,对于不同的时间间隔,转换矩阵是不同的,流动性也就不同,可以说流动性与时间间隔有着很大的相关性.

4 流动性与尺度分布之间的关系

在人们观测到越来越多稳定尺度分布的同时,很自然地人们要探究这些分布的成因,可以说这种理论工作上的努力与实证工作是并驾齐驱的. 当帕累托^[57]发现收入和财富分布表现“二八定律”时,经济学家对于这样的一个定律是否成立是持有怀疑态度的,然而经济物理学家却对此十分着迷,提出模型来解释帕累托律的形成机制^[11-13]. 公司规模呈现 Zipf 分布的形态,这个在经济学领域内始终是一个难以解释的问题. 其实, Zipf 在最初发现文字出现频度的 Zipf 分布规律的时候,就试图用最小努力原理来给出一个解释^[58]. 而公司规模的问题要远比文字频率的问题复杂得多,以至于 Gibrat 提出具有随机性质的“比例扩展律”立即遭到主流经济学的抨击和否定^[59]. 最近,人们试图用随机的货币转移模型来理解收入的分布形成机制^[60],也同样受到了来自经济学学者的质疑^[61]. 尽管对尺度分布成因的研究已经作出了许多努力,但是,这些模型有着很多不尽人意的方面,有的只是把物理学的模型平移到经济问题上;有的过于简单化,与实际相距甚远;有的甚至将存量和流量两个不同的概念混淆. 目前所提出的机制多数都是针对分布特性而设计的,还没有考虑有关经济变量的变动机制;有些尽管考虑了,但也没有与变量的流动性特性相对照. 但是,关键的问题是,他们在验证理论模型上所作的努力还不充分. 理论模型仿真的结果只是再现了稳态分布形式,而忽视了检验动态特性上的一致性,这是不完整的,因为,有时尽管模型结果在分布形式上符合得很好,也不能保证揭示了内在的机制. 只有经过流动性特征的实证检验,才能使模型更接近真实.

为了理解企业规模分布的成因,人们在微观的动态特性上进行了实证挖掘. Stanley 小组对美国制造业 1975~1991 年公司市值增长率进行统计分析,发现公司市值增长率分布在双对数坐标下呈现倒 V 形^[62]. 这一事实否定了 Gibrat 的“比例扩展律”假说,同时为后续的理论模型提供了设计方向^[63-64]. 但这种努力只是局限在企业规模分布问题上,还没有扩展到个人收入、城市人口及国家 GDP 等经济变量上. 实际上,即使是为了更好地理解尺度分布的成因,也需要对动力学过程有更深入的了解. 流动性的特性不仅反映稳定分布后面的微观动力学,还对分布的最终形式起到了决定作用. Stanley 小组在工作中发现企业的增长率的方差与企业规模有着幂次的依赖关系^[62]. 也许不同等级个体变动的方差的差异就是形成幂律尺度分布的关键. 不同形式的尺度分布后面可能对应着不同的个体流动特性. 因此,对流动性的成因及决定因素进行研究和探索,不仅有利于我们更全面地了解社会经济系统的动力学特性,还能够引导我们找到造成上述各种普适的尺度分布的根源.

5 总结和展望

本文从理论模型和实证分析两个方面,对复杂社会经济系统中的流动性的相关研究工作进行了简要综述. 首先介绍了流动性的概念和测量指标,并对个人收入、世界财富及城市人口等问题的实证研究分别进行了回顾. 进一步,对流动性的成因及决定因素和流动性与尺度分布之间的关系这两方面的研究工作进行了介绍. 流动性对于理解社会经济系统的微观动力学特性具有重要意义,受到了国内外学者的广泛关注. 目前国内外关于流动性概念及测量指标的探讨以及对流动性的实证分析等方面的研究工作已经很多,然而对于流动性的理解始终还不够深刻和彻底,需从理论模型的角度对流动性的成因及决定因素进行深入探讨,目前这方面的工作才刚刚起步,预计这将会是未来非常重要的一个研究方向. 另外,流动性与尺度分布之间的关系也非常值得关注,流动性有利于我们从微观动力学角度理解社会经济系统的尺度分布特性,进一步挖掘出尺度分布的根源所在.

参考文献:

- [1] Ball P. Critical mass: how one thing leads to another [M]. Labuan: Big Apple Tuttle-Mori Agency, Inc., 2004.
- [2] Clementi F, Gallegati M. Power law tails in the Italian personal income distribution[J]. *Physica A*, 2005, 350 (2/3/4): 427 - 438.
- [3] Yakovenko V M, Silva A C. Two-class structure of income distribution in the USA: exponential bulk and power-law tail [M]// Chatterjee A, Yarlagadda S, Chakrabarti B K. *Econophysics of Wealth Distributions*. Milan: Springer, 2005: 15 - 23.
- [4] Banerjee A, Yakovenko V M, Di Matteo T. A study of the personal income distribution in Australia [J]. *Physica A*, 2006, 370(1): 54 - 59.
- [5] Sinha S. Evidence for power-law tail of the wealth distribution in India[J]. *Physica A*, 2006, 359, 555 - 562.
- [6] Moura N J, Ribeiro M B. Evidence for the Gompertz curve in the income distribution of Brazil 1978 - 2005 [J]. *The European Physical Journal B*, 2009, 67(1): 101 - 120.
- [7] Xu Y, Guo L P, Ding N, et al. Evidence of scaling in Chinese income distribution [J]. *Chinese Physics Letters*, 2010, 27(7): 78901 - 78904.
- [8] Zhang J H, Chen Q H, Wang Y G. Zipf distribution in top Chinese firms and an economic explanation[J]. *Physica A*, 2009, 388(10): 2020 - 2024.
- [9] Batty M. *Cities and complexity: understanding cities with cellular automata, agent-based models, and fractals* [M]. Cambridge: The MIT Press, 2007.
- [10] Xu B S, Guo J Z, Xi N, et al. World income distribution and mobility [J]. *Physics Procedia*, 2010, 3 (5): 1713 - 1723.
- [11] Levy M, Solomon S. New evidence for the power-law distribution of wealth[J]. *Physica A*, 1997, 242(1/2): 90 - 94.
- [12] Dragulescu A, Yakovenko V M. Exponential and power-law probability distributions of wealth and income in the United Kingdom and the United States[J]. *Physica A*, 2001, 299(1/2): 213 - 221.
- [13] Clementi F, Gallegati M. Power law tails in the Italian personal income distribution[J]. *Physica A*, 2005, 350 (2/3/4): 427 - 438.
- [14] Chatterjee A, Yarlagadda S, Chakrabarti B K. *Econophysics of wealth distributions* [M]. Berlin: Springer, 2005.
- [15] Batty M. Rank clocks[J]. *Nature*, 2006, 444 (7119): 592 - 596.
- [16] Guo J Z, Huang J, Chen Q H, et al. Mobility of top 500

[1] Ball P. Critical mass: how one thing leads to another

- Chinese firms [C]//Proceedings of the 2010 International Conference on E-Business and E-Government, 2010; 5207 – 5210.
- [17] Prais S J. Measuring social mobility [J]. Journal of the Royal Statistical Society, 1955, 118(1): 56 – 66.
- [18] Shorrocks A F. The measurement of mobility [J]. Econometrica, 1978, 46(5): 1013 – 1024.
- [19] Shorrocks A F. Income inequality and income mobility [J]. Journal of Economic Theory, 1978, 19(2): 376 – 393.
- [20] Atkinson A B, Bourguignon F, Morrisson C. Empirical studies of earnings mobility [M]. New York: Harwood Academic Publishers, 1992.
- [21] Fields G S, Ok E A. The meaning and measurement of income mobility [J]. Journal of Economic Theory, 1996, 71(2): 349 – 377.
- [22] Fields G S, Ok E A. Measurement movement of income [J]. Economica, 1999, 66(264): 455 – 472.
- [23] Fields G S, Ok E A. The measurement of income mobility; an introduction to the literature [M]//Silber J. Handbook of Income Inequality Measurement. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1999.
- [24] Jarvis S, Jenkins S. How much income mobility is there in Britain [J]. The Economic Journal, 1998, 108(447): 428 – 443.
- [25] Cantó O. Income mobility in Spain: how much is there [J]. Review of Income and Wealth, 2000, 46(1): 85 – 102.
- [26] Aaberge R, Björklund A, Jäntti M, et al. Income inequality and income mobility in the Scandinavian countries compared to the United States [J]. Review of Income and Wealth, 2002, 48(4): 443 – 469.
- [27] Lukiyanov A, Oshchepkov A. Income mobility in Russia (2000 – 2005) [J]. Economic Systems, 2011, in press.
- [28] Nee V. The emergence of a market society: changing mechanisms of stratification in China [J]. American Journal of Sociology, 1996, 101(4): 908 – 949.
- [29] 王海港. 中国居民家庭的收入变动及其对长期平等的影响 [J]. 经济研究, 2005(1): 56 – 66.
- [30] Khor N, Pencavel J. Income mobility of individuals in China and the United States [J]. Economics of Transition, 2006, 14(3): 417 – 458.
- [31] 尹恒, 李实, 邓曲恒. 中国城镇个人收入流动性研究 [J]. 经济研究, 2006(10): 30 – 43.
- [32] Ding N, Wang Y G. Household income mobility in China and its decomposition [J]. China Economic Review, 2008, 19(3): 373 – 380.
- [33] Quah D. Empirical cross-section dynamics in economic growth [J]. European Economic Review, 1993, 37(2/3): 426 – 434.
- [34] Paapaa R, van Dijk H K. Distribution and mobility of wealth of nations [J]. European Economic Review, 1998, 42(7): 1269 – 1293.
- [35] Bourguignon F, Morrisson C. The size distribution of income among world citizens: 1820 – 1990 [J]. American Economic Review, 2002, 92(4): 727 – 744.
- [36] Park S C, Garden S. International income mobility [J]. Economics Letters, 2002, 76(2): 179 – 187.
- [37] Xu B S, Guo J Z, Ding N. World income distribution and mobility [J]. Physics Procedia, 2010, 3(5): 1713 – 1723.
- [38] Gibrat R. Les Inégalités économiques [M]. Paris: Librairie du Recueil Sirey, 1931.
- [39] Benguigui L, Blumenfeld-Lieberthal E, Batty M. Macro and micro dynamics of city size distributions: the case of Israel [R]. London: Centre for Advanced Spatial Analysis, 2008.
- [40] 刘妙龙, 陈雨, 陈鹏, 等. 基于等级钟理论的中国城市规模等级体系演化特征 [J]. 地理学报, 2008(12): 1235 – 1245.
- [41] Dumas A, Silber J, Weber M. On the measurement of wage mobility and its decomposition [J]. Annales d'Economie et Statistiques, 2010(99/100): 91 – 115.
- [42] Estrada E. Information mobility in complex networks [J]. Physical Review E, 2009, 80(2): 026104.
- [43] Markandya A. Intergenerational exchange mobility and economic welfare [J]. European Economic Review, 1982, 17(3): 307 – 324.
- [44] Markandya A. The measurement of earnings mobility among occupational groups [J]. Scottish Journal of Political Economic, 1982, 29(1): 75 – 88.
- [45] Markandya A. The welfare measurement of changes in economic mobility [J]. Economica, 1984, 51(204): 457 – 471.
- [46] KermP V. What lies behind income mobility? reranking and distributional change in Belgium, Western Germany and the USA [J]. Economica, 2004, 71(282): 223 – 239.
- [47] Dragulescu A, Yakovenko V M. Statistical mechanics of money [J]. The European Physical Journal B, 2000, 17(4): 723 – 729.
- [48] Chakraborti A, Chakrabarti B K. Statistical mechanics of money: how saving propensity affects its distribution [J]. The European Physical Journal B, 2000, 17(1): 167 – 170.
- [49] Chakraborti A, Chakrabarti B K, Manna S S. Pareto law in a kinetic model of market with random saving

- propensity[J]. Physica A, 2004, 335(1/2): 155 – 163.
- [50] Wang Y G, Ding N. Dynamic process of money transfer models. [M]//Chatterjee A, Yarlagadda S, Chakrabarti B K. Econophysics of wealth distributions. Berlin: Springer, 2005.
- [51] Wang Y G, Ding N, Xi N. Prospects for money transfer models [C]//Proceedings of the Third Nikkei Econophysics Symposium. Tokyo: Hideki Takayasu, 2006: 322 – 326.
- [52] Ding N, Xi N, Wang Y G. The economic mobility in money transfer models[J]. Physica A, 2006, 367(15): 415 – 424.
- [53] Qing L, Wang Y G, Ding N. Determinants of mobility in random exchanges[C]//Proceedings of WiCOM '08 4th International Conference, 2008: 1 – 4.
- [54] Hart P E. The dynamics of earnings: 1963 – 1973[J]. The Economic Journal, 1976, 86(343): 551 – 565.
- [55] Schiller B R. Relative earnings mobility in the United States[J]. American Economic Review, 1977, 67(5): 926 – 941.
- [56] Hungerford T L. U. S. Income mobility in the seventies and eighties[J]. Review of Income and Wealth, 1993, 39(4): 403 – 417.
- [57] Pareto V. Cours d' économie politique [M]. Genève: Librairie Droz, 1964.
- [58] Zipf G K. Human behavior and the principle of last effort[M]. Cambridge: Addison-Wesley, 1949.
- [59] Sutton J. Gibrat's legacy [J]. Journal of Economic Literature, 1997, 35(1): 40 – 59.
- [60] Chatterjee A, Yarlagadda S, Chakrabarti B K. Econophysics of wealth distributions[M]. Berlin: Springer, 2005.
- [61] Gallegati M, Keen S, Lux T. Worrying trends in econophysics[J]. Physica A, 2006, 370(1): 1 – 6.
- [62] Stanley M R H, Amaral L A N, Buldyrev S V, et al. Scaling behavior in the growth of companies [J], Nature, 1996, 379(6568): 804 – 806.
- [63] Fu D, Pammolli F, Buldyrev S V, et al. The growth of business firms: theoretical framework and empirical evidence[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2005, 102(52): 18801 – 18806.
- [64] Riccaboni M, Pammolli F, Buldyrev S V, et al. The size variance relationship of business firm growth rates [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2008, 105(50): 19595 – 19600.

☆ 简 讯 ☆

《纪念钱学森诞辰一百周年特刊》出版发行

为缅怀钱学森先生开拓我国系统科学的丰功伟绩,继承和发扬他留下的巨大精神财富——钱学森系统科学思想,《上海理工大学学报》编辑部在钱学森先生百年诞辰之际,编辑出版了《纪念钱学森诞辰一百周年特刊》。

特刊主要包含三部分内容:第一部分,选载了钱学森先生撰写的主要关于开拓建设系统科学的 8 篇文献,这些文献在很大程度上引领了中国系统科学 30 年的发展历程;第二部分,刊载了系统科学界数位专家关于钱学森系统科学思想的阐述,其中多文提及钱老对我国系统科学领域一贯的关注和支持,并提供了许多珍贵的史料;第三部分,登载了系统科学界部分专家的代表性成果,展现了我国系统科学蓬勃发展的大好形势。

郭雷、戴汝为、汪应洛、王众托 4 位院士,以及 21 位在系统科学领域有代表性的著名专家为特刊撰文共 19 篇。这些文章内容丰富,向我们展示了系统科学思想的博大精深及其深远影响,意义重大。

订购地址:上海市军工路 516 号,《上海理工大学学报》编辑部;邮编:200093;电话:021 – 55277251。