

经济研究中的物理学*

王有贵[†] 郭良鹏

(北京师范大学管理学院系统科学系 北京 100875)

摘要 当前的金融危机再次表明,传统经济学作为一门学科缺乏解释力和预测力,造成这个令人失望的状况的根本原因是由于经济学家没有按照科学的范式来发展这个学科.经济学的现状吸引了一群物理学家进入这个学科并形成了一个新的交叉学科——经济物理学,人们期望它在促进经济学科学化的进程中起决定性作用.文章首先简要介绍了经济学的主要内容,说明经济学理论是建立在理性和均衡假定基础之上的;接着论述了为什么经济学还不是一门科学,指出经济学研究不是基于逻辑实证主义原则来开展的;文章还分析了物理学家是如何研究经济问题的,介绍了经济物理学的主要研究内容和研究方法;文章最后提出经济学范式的转变必须从观察和实验出发,经济学理论必须建立在一个合理设计的量纲体系和对实际经济运行过程的正确理解基础之上.

关键词 经济学,科学化,经济物理学,量纲体系

Physics in the study on economics

WANG You-Gui[†] GUO Liang-Peng

(Department of Systems Science, School of Management, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract The current financial crisis once more demonstrates that traditional economics lacks the power of explanation and prediction. The reason for this is that economists have not developed the subject within a scientific framework. The current stage of economics has tempted a group of physicists to enter this field and form a new interdisciplinary subject, econophysics, which is expected to play an essential role in the scientific transformation of economics. In this paper, we briefly review the subject content of economics, pointing out that its theory is based on assumptions of rationality and equilibrium. Then it is shown why economics is not yet a science, since it has not been carried out according to logical positivism. We examine how physicists study economic problems by looking into the methods used and the topics discussed in the field of econophysics. Finally, we argue that transforming economic modelling should start from observation and experiments, and a better theory should be built on the basis of a reasonably designed dimensional system and an accurate perception of real economic performance.

Keywords economics, scientific transformation, econophysics, dimensional system

1 引言

我们生活在一个经济社会中,每个人都在不断地追求各式各样的利益,处在有限资源环境中的人和人之间相互竞争,但有时还要通过合作来组织生产.经济是由大量的有差异的个体组成,其中任何一个人的行为都会对其他产生影响,整个社会中人和人相互依

存并且以各种各样的方式紧密地联结在一起,构成了一个巨大的复杂网络系统.试图完全了解这个网络还具有很大的挑战性,因为它是动态的,每个人的经济

* 国家自然科学基金(批准号:70771012)资助项目
2009-12-27 收到

[†] 通讯联系人. Email: ygwang@bnu.edu.cn

属性和对环境的认知都在随时间变化,人们之间的经济依赖关系即组织形态也在不断地更新,以至于这个体系的宏观行为是非常难以预测的.我们只有认识经济中的个体行为特性和人们相互作用的结构特性,才能把握整个系统的动力学特性^[1,2].

经济学理论正是为了这样的目的而发展起来的,尽管经济学科已经创立几百年,但严格来讲,主导当今经济学思想的主流经济学理论学说只是在20世纪五六十年代才形成的.我们今天经济学课堂上讲授的内容,大多数都是主流经济学家建立起来的理论体系.然而,这个理论学说的基础却是理性预期和经济均衡这些假定.这个理论认为,脱离管制的市场经济是最有效率的,人们自由地追求自身的利益所形成的价格体系,充分地反映了背后的基本价值,而在该价格体系指导下的个体选择能够使资源得到最佳配置.然而,20世纪30年代波及世界范围的经济大萧条引发了经济学理论的凯恩斯革命,即John M. Keynes的见解颠覆了人们对经济的传统看法,使得人们认识到,政府从宏观上对经济进行调控是促进和稳定经济发展的需要.但是,经济学的主流随着人们对萧条的淡忘而又回归到理性和自由经济思想主导的框架当中来了.当前出现的严重金融危机以及经济学界对危机将至的茫然不觉,再次引发了人们对自由经济学思想的反思和质疑.2009年12月经济学诺贝尔奖得主Paul R. Krugman在《纽约时报》撰文分析“经济学家怎么错得如此离谱?”^[3],而物理学家Jean-Philippe Bouchaud在《自然》杂志直接呼吁“经济学需要一场革命”^[4].

的确,经济学存在相当多的问题,其中最为突出的是,形式完美的经济学理论通常是建立在脱离实际的假设之上的,例如经典经济学理论是建立在“理性人”、“无影手”和“有效市场”这样几个基本假设之上的^[4].“理性人”假设认为,任何经济个体都能够实现自身利益的最大化;“无影手”则假设当所有个体都追求自身利益时,能够使得整个社会的福利达到最大;而“有效市场”假说指的是金融市场价格能够完全反映资产的已知信息.“理性人”假设从提出之时就备受质疑,个人是不可能拥有实现利益最大化所需要的完备信息的,而且通常个人总是过分地追求短期利益而不能实现个人利益长期的最大化,因此,Herbert Simon提出有限理性假说替代完全理性假设^[5].另外,在有些情况下,即使个人拥有完备的信息也难以做出最优化的决策.实际的经济均衡是通过个体间相互博弈而产生的,而在有些条件下,

博弈均衡未必是集体最优,这就使得“无影手”难以达到期望的效果.而且,经济均衡不是立刻就能够实现的,经济学家John M. Keynes曾说“均衡是能够达到的,但那是我们死后的事情”.同样,“有效市场”也倍受诟病,由这个基本假设可以得到资产收益率应该服从正态分布,但是来自多个国家的证据都表明,收益率为尖峰胖尾的性质^[6].从这个假定出发推得的资本资产定价理论,一定会在一定程度上误导从业者,因此有人把此次金融危机归罪于基于“有效市场”假说的经济管理政策^[2,4].



图1 美国波士顿大学统计物理学家H. Eugene Stanley教授,“经济物理学(Econophysics)”一词的提出者

正是由于经典经济学理论存在着以上根本性的问题,才吸引了大批来自其他学科的学者共同研究这一领域中的问题.实际上,从经济学这个学科诞生之初,物理学就对它产生了影响,特别是主流经济学重要的基本概念“经济均衡”

就是Alfred Marshall从麦克斯韦和玻尔兹曼那里借鉴来的.20世纪80年代后期,一群知名的物理学家和经济学家相聚在美国新墨西哥的桑塔菲,共同探讨如何“改造”传统经济学,从此赋予了物理学家进入经济学领地的“合法”身份^[7,8].此后陆续有一些物理学家的研究兴趣转移到经济和金融的问题中来.1995年,美国波士顿大学统计物理学家H. Eugene Stanley教授(见图1)在印度加尔各答的一次会议上提出了“经济物理学(Econophysics)”一词,并以此为书名出版了一本专著,把更多的物理学家吸引到这个新的交叉学科中来^[9,10].于是,十几年来召开了一系列经济物理学会议,其中2001年在布拉格召开的“物理学在建模中的应用”会议(见图2),基本奠定了当今经济物理学的主要研究方向,建成了经济物理学交流网站¹⁾,其中一些重要的研究成果以及关于经济物理学的讨论也陆续在《Nature》和《Science》等重要杂志上发表^[2,4,11-15],并且一些传统物理学杂志专门开辟了经济物理学栏目.到现在为止,经济物理学已经成长为复杂性研究领域中的一个重要分支.中国物理学者自本世纪初开始进入

1) The Econophysics Forum; <http://www.unifr.ch/econophysics/>

这个交叉学科,来自多所高等学校和中国科学院一些单位的研究人员在这个领域开展了一系列工作,也取得了许多有价值的成果.尽管目前经济物理学已经取得了一些可喜的成果,但是一些来自物理学研究领域的学者由于受到的经济学熏陶还不够,还没有得到经济学界的普遍认同,距离经济物理学家期望的目标还有一段很长的路^[14,15].



图2 2001年2月8—10日召开的布拉格经济物理学会议与会者合影

2 什么是经济学?

想要用通俗的方式说明白什么是经济学,并不是一个简单的事情.其实,我们每个人在日常生活中每天从早上醒来的那一刻到晚上再睡下的一刻,几乎都是在做选择.你首先就要决定开始做什么,今天要完成哪一项任务?午饭有人请你,你是否出席?夜晚如何度过?是独自学习还是和朋友在一起娱乐?我们的生活几乎充满选择,你必须做决策.无论决定什么,你都要思考如何做决定.你也清楚,在你做决策的同时,其他人也在做他们自己的决策,而且你的决策将影响别人的决策,反过来也是如此.当你思考人们一般在面临选择的时候是怎样做选择的,这些选择又是如何相互影响的,实际上这个时候你已经走进了经济学.

经济学家对经济学的理解不尽相同,因此给出的经济学定义也不一样.我们可以从再版十几次、遍及世界的经济学教材中看到 Paul A. Samuelson 的理解,也可从以 200 万美元中标的经济学教材《经济学原理》中看出 N. Gregory Mankiw 的概括^[16,17].通常人们都认为经济学是解决如何分配资源的,也就是如何实现稀缺资源的优化配置.但核心的经济学问题是回答人们如何在稀缺的条件下做选择的,并且所有个体的选择在整个社会又会导致什么样的结

果的.

从选择的角度来考察经济学,这个学科就变得容易把握了.经济中的活动主体多种多样,经济学家是按照经济决策的类型对他们进行分类的.比如同样一个人,当他做消费选择的时候他是消费者;当他进行生产决策的时候,他就是生产者;而当他进行投资决策的时候,他又成了投资者.微观经济学就是研究各种类型的个体是如何进行决策的,以及这些决策是如何反映到市场的价格上去的.宏观经济学就是站在政府的角度,依据对经济整体运行的理解,研究如何采取适当的宏观经济政策来保证整个社会福利得到平稳快速地增进.

由于资源是稀缺的,因此在经济主体配置资源的时候,他一定会面临抉择,即“天下没有免费的午餐”,在你使用给定的资源获得一定的经济收益的同时,一定要放弃另外一些利益,也就是使用这些资源的机会成本.那么无论是什么类型的经济主体,他们所进行的决策都可以应用经济学最基本的原理——“边际原理”,即通过比较决策所带来的收益增量和成本增量的大小来决定是否采取这个行动.

从边际原理出发,很自然地我们就会得到优化原理,即经济主体的资源配置选择就变成了在一定约束条件下的利益目标最大化问题.例如,消费者的决策是给定支出预算的效用最大化,生产者的决策是给定支出约束的产量最大化,而企业是给定生产技术条件下的利润最大化.由此可见,经济个体决策分析的关键就在于目标函数的构造,也就是建立投入和产出之间的对应关系.目标函数和约束条件给定后,我们就可以求出使利益目标最大的行为解,从而分析这个解对环境参量的依赖关系.这个经济分析思路几乎可以贯彻于理解各类经济个体的行为之中,甚至还可以成功地推广应用到对社会行为的分析当中.

除了应用边际原理或优化原理分析单个经济主体的决策之外,经济学另一个重要方面是理解经济中各类主体的决策如何相互影响,并且共同决定了整体的结果.比如在单一产品市场中,买方和卖方的相互作用能够使市场自动地趋向均衡,即供给量和需求量相等,并且使得整个市场的交易效率达到最大,这是局部均衡分析的基本结论^[18].同样,包含所有产品的整个经济在自由选择的前提下,每种产品的生产者和消费者分别追求自身的利益最大,最后存在使全部产品各自的供给和需求都相等的价格序列,并且整个经济的社会福利在这个均衡状况下也达到了最大值.这个考虑相互关联的所有产品市场

的理论就是一般均衡分析^[19]。

一般均衡理论的结论相当完美,而且它在经济学中的地位至高无上,以至于发展这个理论的两位经济学家 Gerard Debreu 和 Kenneth J. Arrow 双双获得了诺贝尔经济学奖^[20-22],因为他们相当于用严格的数学证明了 200 年前经济学科的开山鼻祖 Adam Smith 所发现的那只“看不见的手”^[23]。至此,在主流经济学家看来,整个经济学理论大厦算是基本完成,留给后来人完成的只能是继续完善和强化这个框架,要么是证明一般均衡(即最优)这个结论在更广泛的情形下都是成立的,要么是找到在哪些条件下“看不见的手”会失灵。

尽管 1936 年 John M. Keynes 发表了划时代的著作《就业、利息和货币通论》,建立了总量或宏观的基本概念,从本质上改变了人们对经济现实的“认知结构”^[24],然而,古典经济学理论大厦并没有被推翻。从紧随其后,John R. Hicks 提出的后来在经济学中广为流行的 IS-LM 分析,到后来 Paul A. Samuelson 主导的新古典综合,都系统地抽掉了 Keynes 本来侧重的过程分析和不确定性分析,从而在逻辑上把凯恩斯经济学和古典经济学融合在一起了。迄今为止,主导经济学的思想依然还是传统的理念,那就是如果放手让自由市场主导经济的运行,辅之以积极恰当的政府宏观调控,就可以保证整个经济不至于误入歧途^[3]。

3 经济学还不是一门科学

尽管经济学这门学科已经发展了几百年,它也几乎成为了社会科学中的最为成熟的学科,可如果说它像其他自然科学那样也是一门科学依然是不能被普遍接受的。即使是我们抛却经济学中和人们的价值判断有关的规范部分,单纯来考察人们认为应该属于科学的那个实证部分,它还是算不上一门真正的科学。这样说也许会触犯那些经济学虔诚的献身者的感情,包括我们自己也一样。但是判断一门学科是不是科学,不是依据它的成长经历了多长时间,也不是依据有多少人曾为这个学科付出努力,而是要用科学的规范标准来衡量。用衡量物理学等自然科学学科同样的标准对经济学进行诊断,我们不得不承认,经济学这一门学科距离真正意义上的科学相当远。换句话说讲,依据科学的标准来看,经济学基本谈不上成熟,事实上它很幼稚。

很多人都提出过判断一个学科是否是“真科学”的标准,比如 Thomas S. Kuhn 认为科学的全部就是方法、研究课题和范式。其中关键的就是科学的范式,也就是一个学科的突出成就已经被这一学科界认定是进一步进行科学研究的基础。一个学科的范式,不仅是这个学科从业者共同拥有的世界观,也为以此为准则的人提供了一种保证,因为它是它来确定谁的思路正确和谁是“真正的科学家”。按照这种观点,经济学似乎就是一门科学,因为它的确拥有一个完整、稳定的范式,而且大多数人都遵从这个范式^[25]。

尽管现代经济学几经革命,而且形成了众多的流派:凯恩斯学派、后凯恩斯学派、理性预期学派(或者为新古典主义学派)、货币主义学派、供给学派和新制度学派,他们各自都有自己的观点和侧重,但是他们大多数在进行经济学研究时所采用的分析框架基本上是相同的。这个规范的分析框架基本上可以由以下 5 个部分组成:(1)界定经济环境;(2)设定行为假设;(3)给出制度安排;(4)选择均衡结果;(5)进行评估比较。现有的规范的经济学理论一般都使用这样的分析框架,同时经济学从业者也相信只有按照这个框架进行经济学研究的人才算是“真正”的经济学家^[26]。由于经济学有了一致特定的范式,因此多数的经济学者都相信他们所从事的学科是一门科学。然而,Thomas S. Kuhn 在强调科学范式的同时,还强调这个范式必须是“开放”的,也就是由这样的范式所引出的问题虽然不能在短期内得到解决,但是沿着前面的研究者开辟的路走下去,最终就可能解决问题。主流经济学的范式不具备“开放”的特性,因为这个学科不符合逻辑实证主义所确定的科学准则,或者简单地说,他们拒绝对经济学的核心理论进行实证检验。

我们现代文明中的科学成果之所以如此层出不穷,并不是因为有一大群专家学者不断发现新的增长知识的方法,而是因为有人发展了一系列识别错误的法则,从而尽可能避免无效的研究探讨。正是这些法则才使我们的专家学者成为了科学家,才让我们有了科学的认识论。任何一门学科,只有接受这些准则才会变成科学,同时这个学科的从业者必须对他们认为正确的东西进行一系列检验。

检验首先是针对理论本身,检查一种理论内在结构的逻辑是否一致,即如何从基本前提得到结论,这只是必要的,但并不是充分的。检验当中最重要的是对一个理论的经验验证,就是确定一个理论的结

论与对现实世界所作的经验观测中得到的结果是否相符,这个一般称之为相符性检验.除此之外,还要对理论进行普遍性检验和精炼性检验.前者验证这个理论是否能够解释更多的事实,有没有必要增加假设,使理论更具有普遍性;后者是检验一个理论是否足够简单,有没有可能在抽去一些假设后还同样对现实具有解释能力.一种理论只有经过这三种检验,才能说是已经为经验所证实^[27].

可以说,当前几乎所有自然科学的学科都是约定俗成地按照这个准则进行研究活动,因此,它们都是那些社会科学学科特别是经济学的楷模.社会科学家会争辩他们的理论不一定非要满足所有这些检验,因为有些时候进行这样的检验何其困难.的确,这种情况是存在的,即使在物理学中,也不是所有的理论都能及时地得到实证检验.但是检验的困难无论如何也不能成为反对理论要经由实证检验的理由.况且,现在经济学的问题不是理论不能检验,而是未经实证检验的理论却始终占据着该学科的核心地位.

典型的例子就是生产函数的构造,经济学家把生产过程理解为几种投入品在一定的技术条件下转变成一种产出品,于是采用一个函数来描述投入量和产出量之间的对应关系,这个函数就是生产函数.任何产品的生产过程都可以采用同样形式的生产函数.作为生产的主体,企业的经济活动都是以生产函数为核心的,因此,生产函数的基本性质决定了经济学家对企业优化行为的理解.从生产函数出现到今天,恐怕都经过了上百年的时间,时代不同了,企业形式更替了多少代了,可是我们经济学教材中的生产函数依然故我.经济学家从来不想问问,企业的生产函数到底是什么样子的.它本来就是经济学家头脑中的产物,现实并不存在.更为荒谬的是,微观层面的生产函数都未经证实,后来居然又制造出来一个宏观总生产函数,并且以此为基础建立了一个解释经济增长的理论.新古典经济增长理论无法解释一些国家经济增长的事实,于是又在上世纪90年代演绎出内生经济增长理论,但也只能解释增长事实的一些片断而无法解释增长的核心.最根本的问题是我们不能够沿着这个基础继续下去,因为他们的前提都是总生产函数,而这个前提是没有经过严格验证的,由此而衍生的任何理论实际上都是不可靠的.

经济学家还普遍有这样的一种倾向,那就是只要理论体系的数学分析足够精密,似乎就可以放弃对经验检验的“苛求”.既然经济体系中的基本元素

是经济主体,那么从主体的行为出发,结合一定的环境和制度安排,考虑主体之间的相互作用方式,就可以得到整个经济体系的运行图景.数学能够保证理论分析中的逻辑严密性和学科知识传承的稳定性,它在经济学中的运用极大地便利了整个理论体系的构造.应该说在这个方面,经济学比其他任何一门社会科学学科都取得了卓越的成功,颠峰之作包括 Paul A. Samuelson 的《经济分析基础》、Gerard Debreu 的《价值理论》和 Kenneth J. Arrow 的《一般均衡理论》^[21,22,28].这些工作为建立一个经济学的公理系统奠定了基础,从而使后来的经济学家有了明确的路线可循.

然而,经济学的“数学化”并没有引导经济理论接近现实,反而在有些方面却是让它远离了现实.《经济分析基础》已经出版六十多年了,在这段时间里,经济学在推进逻辑实证主义方面几乎没有重大意义的进展,与此相对照经济学在数学抽象方面却形成了绝对优势,甚至在经济学著作中的高深的纯数学已经达到了专业数学家水平.可以说,再也没有哪一门社会科学学科文献中像经济学那样充满了数学符号.经济学对数学的滥用和对现实的脱离已经达到了无以复加的程度,以至于流传着关于杂志投稿的一段笑话:如果你能理解但无法证明,那么就寄给物理学杂志;如果你不能理解但能证明,那么就寄给经济学杂志.实际上,无论这个学科里面应用了多么高级的数学分析,都不能保证这个学科的科学性,过多地在逻辑上的投入,如果与事实关系不大,只不过是“废料进,废料出”.经济学家 Paul R. Krugman 在金融危机之后的反思中开篇点题:经济学的问题在于误把(数学之)美当成(经济之)真^[3].

4 经济物理学

数学在经济学中的流行尽管产生了非常深远的影响,但是并没有改变经济学的发展方向,而能够达到这个目的也只有物理学.进入经济学领域的物理学家和经济学家思考问题的方式截然不同,他们绝不是为了论证经济学中奉行的理念,而是试图基于实证的数据中找到一般性的规律.比如,同样对于纽约证券交易所与纳斯达克交易系统,经济学家关注的是两个市场的差别或者改变最小报价单位对市场的影响;而物理学家则更关注两个市场是否具有共同的规律^[29].正是出于对统一规律的探寻,经济现象中出现的普适性的标度律——幂律分布首先吸引了物理学家的关注.幂

律关系可以用 $f(x) \propto x^{-\alpha}$ 的形式来描述, 其中 x 是我们关注的变量, α 是一个常数, f 通常是概率密度函数. 意大利的经济学家 Vilfredo Pareto 在 1897 年研究英国高收入居民的收入时首先发现了收入分布可以用幂律的关系来描述. 随后人们又发现个人的财富分布、企业规模的分布以及金融市场收益的分布都展现了这种特性. 但是经济现象中出现的幂律分布并没有引起经济学家足够的关注, 而物理学家由于其对实证数据的关注并应用先进的数据分析方法, 在这一领域做了大量的工作, 同时他们相信经济系统和一些复杂的物理系统(如湍流中流速的变化等)有着非常相似的动力学机制^[30]. 在这些系统中, 系统单个组成要素的行为都遵循简单规则, 系统外生的驱动力也是稳定的和有规律的, 但是由于系统组成要素的异质性及相互作用, 导致系统内生的动力学机制复杂, 系统整体层面上也涌现出了系统组成要素所不具有的临界现象. 研究幂律分布有着重要的理论与现实意义. 从理论意义上讲, 幂律分布展示了我们研究对象的标度的不变性以及在其产生过程中的非均衡特性; 从现实意义上讲, 个人收入与财富的幂律分布能为社会保障政策的制定提供理论参考, 并且研究金融市场收益的幂律分布对金融市场风险管理有着很重要的现实意义.

美国马里兰大学 Victor M. Yakovenko 教授领导的小组在探求统一性规律方面得到了重要结果, 他们分析了 1994—1999 年间英国以及 1998 年美国的收入数据^[31], 发现他们的高端都服从幂律分布. 来自美国^[32]、日本^[33]、印度^[34] 以及中国^[35] 的研究都支持了这一结论. 在企业规模分布的研究中, 同样发现了幂律分布或者是幂律分布的另一种表述——Zipf 分布^[12, 36—38].

物理学家探寻统一规律最主要的阵地是在金融市场. 早在上个世纪 60 年代, Mandelbrot 就引入 Pareto—Levy 分布来刻画资产价格的变化^[39]. 经济物理学的提出者、美国波士顿大学教授 H. Eugene Stanley 领导的科研团队在这方面做出了开创性的贡献. Mantegna 和 Stanley 发现标准普尔 500 指数的收益可以用截尾的 Levy 分布来很好地刻画^[40]. 从数学上来说, 截尾的 Levy 分布的尾部即是幂律分布. 1998 年, Gopikrishnan 等人^[41] 分析了美国股市的个股和指数的收益率(时间间隔 Δt 从 5 分钟到 120 分钟), 发现其正尾与负尾都具有幂律形式, 虽然正尾的标度指数略大, 但都接近 3, 因而被称为尾分布的负三次方定律. 其他很多国家的证据表明, 尽管收益率分布的尾部不一定满足负三次方定律,

但都具有幂律形式. 这其中包括 Bertram^[42] 基于澳大利亚证券交易所的数据所做的工作, Makowiec^[43] 等人用波兰的证券交易所的数据所做的工作以及华东理工大学的周炜星^[44] 基于深圳交易所超高频数据所做的工作等等, 这些工作太多, 不能一一列举.

幂律分布会使极端事件发生的概率比正态分布的概率更大, 因此也被称为“胖尾现象”. 然而胖尾现象却与现代经典的经济金融理论产生了矛盾. 现代经济金融理论都是建立在一系列假设基础之上的, 其中最重要的假设就是金融资产价格变化是相互独立的, 他们服从维纳过程(Wiener process)或者说是布朗运动(Brownian motion). 在该假设基础上, 金融资产的收益率就会服从正态分布, 现代很重要的金融理论与模型都是基于此而发展起来的, 其中包括 60 年代 William Sharpe 与 Jone Lintner 等学者创立的资本资产定价模型(CAPM)和 1973 年 Fisher Black 和 Myron Scholes 提出的期权定价模型以及金融风险管理的 VAR 模型等. 理论模型与实证结果的矛盾暴露了现代经济金融理论的缺陷. 这也正是这一领域的魅力所在.

除了对普适性规律的探寻, 金融市场复杂性也是经济物理学家另一个主要的兴趣点, 其中包括金融市场异象, 如一月效应、周末效应、小公司效应与日内效应等, 金融市场泡沫与崩塌、证券的相关性、价格时间序列的自相似性以及价格波动的长期记忆性. 价格波动的长期记忆性也被称为波动聚集效应. 实证研究发现, 股市中大的价格波动通常跟着大的波动, 而小的价格波动跟着小的波动, 这就是波动的聚集现象. 也就是说, 一只股票在 $t + \tau$ 时的价格变化与 t 时的价格变化尽管符号可能不相关, 但其绝对值却是相关的. 这种相关性可以用幂律的形式 $\tau^{-\gamma}$ 来刻画. 因为 $0 < \gamma < 1$, 因此绝对值的价格波动是一个长期记忆的过程. 而长期记忆的过程是一个高度可预测的过程, 这就与 Eugene Fama 著名的有效市场假说^[45] 产生了矛盾. 在有效市场假说下, 价格是一个几何布朗运动的过程, 是不能被预测的.

除了对于现象本身的实证工作之外, 经济物理学的学者们也做了一些理论模型的工作来理解特定的经济现象. 按照它们与“物理”姻亲关系的远近, 我们可以大致把它们划分为两类, 第一类模型是直接类比物理系统, 或者将物理科学中已经存在的模型直接“拿来”用以解释经济现象, 其中包括货币转移模型、伊辛自旋模型以及渗流模型等; 另一类是异质

多个体模型,这种计算机仿真的模型内涵十分丰富,他们或者抓住了经济过程中的某一方面特性,或者提供了理解经济现象一种新的视角.这些模型的规则虽然足够简单,但与主流的经济学模型相比,它们通常能给我们以更实际的视角来理解经济现象.并且与经济模型中的理性人假设或一般均衡假设不同,经济物理学的模型强调的是经济现象背后的动力学机制以及经济个体之间的相互作用.

美国马里兰大学的 Victor M. Yakovenko 教授是类比于物理系统解释经济现象较为成功的一位.他在研究经济系统时,对比热力学系统,提出了货币转移模型^[46].在 Yakovenko 看来,一个封闭的经济系统可以抽象为一个理想气体模型.经济系统中的交易各方,可以对比为理想气体模型中的一个分子;经济系统货币总量的保持不变又可对比为理想气体的能量守恒;经济系统中货币的流通则可对比为理想气体模型中的分子碰撞.这样当系统达到稳态后,得出其货币分布服从 Boltzmann-Gibbs 分布的结论.印度萨哈核物理研究所 Bikas K. Chakrabarti 研究小组在 Yakovenko 的工作基础上,从经济学角度出发,引入储蓄倾向这一概念,让模型中个体的行为更具经济学意义^[47].这类模型不仅可以应用在理解财富和收入分布的形成机理上,而且还可以用来展示一些经济学中重要的动态过程,如货币流通、经济流动性和凯恩斯乘数效应等^[48,49].



图3 瑞士苏黎世联邦理工学院 Didier Sornette 教授,国际著名的金融物理学家、地球物理学家,在金融危机定量预测方面取得卓越成就

另外,伊辛自旋模型、渗流模型也被物理学家借用来解释经济现象. Johansen 与 Sornette (见图3)等人^[50]类比于伊辛模型的二维晶格结构,构建了一个金融市场的崩盘现象实际上是临界状态下发生的相变. Iori^[51]也提出了所谓的随机场伊辛模型来解释金融市场波动聚集等典型事实. Cont 和 Bouchaud^[52]提出模型从微观上解释“羊群效应”是如何产生胖尾现象时,则采用了渗透模型来定义个体间的关联,从而形成了不同交易者的群体,并且交易决策都在群体内同步.

除了直接借用物理科学中已有的模型,物理学

家的工作还给经济学带来了新的理解问题的方式,其中异质多个体模型就是最重要的一类.多个体模拟是对相互作用的个体(可以是同质的也可以是异质的)系统在一定演化规则下进行的计算模拟.在一个给定的时间内,任何一个个体都将根据自身的禀赋、周围的环境以及设定的演化规则决定下一步的动作.计算机可以跟踪每个个体禀赋的变化以及它们之间的相互作用,我们也能清楚地看到多个体系统在特定演化规则下最终的状态.与传统的均衡模型相比,异质多主体模型能够更好地处理非线性相互作用,不必有“理性人”的假设,而且这类模型更强调个体的异质性及其之间的相互作用.



图4 桑塔菲研究所的 J. Dooyne Farmer 教授,主要研究领域为复杂动力学系统、时间序列分析及理论生物学,现主要致力于金融市场定量模型的研究

德国学者 Thomas Lux 是应用异质多个体模型理解金融市场典型事实卓有成就的一位.他和 Michele Marchesi^[53]通过定义三种主体——基本价值交易者、乐观噪音交易者以及悲观噪音交易者及他们之间的阈值切换机制,并设定每类主体不同的交易策略,得到了与真实市场的数据拟合的很完美的结果.在这个模型框架下,李红刚和 J. Barkley Rosser 探讨了金融市场价格波动的可能根源^[54].著名的复杂性研究圣地——桑塔菲研究所的 J. Dooyne Farmer 教授(见图4)在《Nature》杂志撰文呼吁更多地采用多个体模型来解释经济现象^[55].

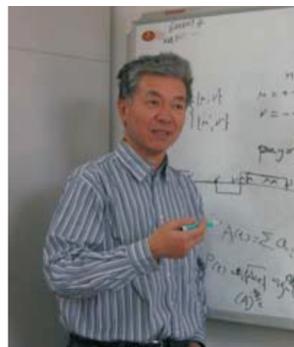


图5 瑞士弗里堡大学物理学教授张翼成是少数者博弈模型的提出者.他在统计物理、粒子物理、经济物理、网络与信息物理等研究前沿做出了一系列开创性工作

瑞士弗里堡大学的张翼成教授(见图5)提出的少数者博弈模型作为多个体模型的一类,在解释金融市场典型事实上也取得了很大的成功^[56-59].它被用来描述自适应的个体竞争有限资源这一过程.少数者博弈模型假定价格是由超额需求决定的,于是个体的决策能够影响市场的结果.在这种分析

框架下,少数方的个体有着更多的获利机会,就会吸引更多的个体采取这样的策略,但随着采取同样策略个体的增多,这种获利的机会就会逐渐消失,而随着获利机会的消失,就会有个体离开.这样,随着投机者的增多,在相变点附近我们会看到一个很明显的自组织临界现象.

从经济物理学的这些研究内容不难看出,物理学对经济学的贡献主要是方法论上的,物理学中构建模型的方法,物理中的类推、数据处理分析以及数值模拟方法,都会对经济学的研究产生很大的影响.但更为重要的是,经济物理学家的的工作能够弥补传统经济学的根本缺陷,使经济学家重视实验和实证数据,抛弃原来那些不合理的基本假设,重新构建经济学理论体系,最终引导经济学走到科学化的道路上来.

5 经济学的科学化

一门学科的科学化,要求这门学科的发展首先要立足于观察与实验.从表面上看,经济学似乎也是如此,许多经济学理论也是基于实际数据而发展起来的.然而,经济学家在建立理论模型的时候,虽然目标是针对现实问题的,但是重要的假设却往往是以几个核心原理为前提的,尽管这些原理有时与实际情形并不相符.物理学家的进入,除了携带多种先进的方法和技术之外,更为重要的是对事实和实验的重视.物理学几百年的发展历程使得绝对多数的物理学者已经达成了一个基本共识:如果一个理论假设与事实有出入,那么这个理论要么被修正,要么被抛弃,取而代之的是创造出更符合实际情形的理论.

经济物理学最初的一些工作,就是源于对金融市场特别是股票市场价格的重新观察.新的视角和方法发现了不同于传统经济学认定的规律和事实,激发出更多的人对更多规律以及这些规律成因的探索,从而导致了这个新学科的诞生.由于后来对更多其他经济事实的挖掘,特别是在宏观统计特征方面的研究,又形成了几个经济物理学重要的分支方向,比如财富和收入分布,企业规模分布等等.总而言之,这几个方向无不是以事实观察为根据的.正如法国经济物理学家 Bertrand M. Roehner 在经济学杂志撰文中所指出的那样,经济物理学就是一门基于观察和实验的学科^[60].

对事实的重视,不仅表现在对已有数据的深入分析,还表现在主动地设计实验,有目的地检验复杂现象背后的因果关联.在文献^[60]中,Roehner 从简单的自由落

体现象入手,展示了实验观察在物理学发展进程中的重要作用,这一点少数著名的经济学家也曾经提到过.在物理学中要了解现象背后的规律,可以把其他影响因素“干净”地排除掉,只考察我们关注的单一因素的变化如何影响实验结果.可是,在经济学中要做到这一点是相当困难的,有时甚至是根本不可能的.原因之一是,在经济学现象背后,往往是许多相互关联的因素纠缠在一起,在所关注的因果关系发生变化的同时,许多其他因素也同时发生变化,把单独的一个因素与其他因素隔离开来是相当困难的.Roehner 强调考察社会经济现象时要尽可能地找到那些极限情形,突出少数甚至唯一的决定因素,排除掉那些次要决定因素,才能够保证检测分析出单一的原因和结果之间的关系.近期出现的行为金融学和实验经济学两门学科,也正是针对传统经济学的理论假定缺乏坚实的实验基础而发展起来的,人们期望它们可以作为经济学科学化的起点.

经济学要达到真正的科学化,还必须要成为一个定量学科.尽管数学在经济学文献中比比皆是,计量经济学已经成为一个重要的分支方向,但是这些都没有保证这个学科走进真正的定量分析.定量分析除了要有数学和计量分析之外,更重要的还要有量纲分析.前者只能保证逻辑的正确,而后者才能保证理论中的变量与现实有一个正确的对应.许多理论和实验工作表明,量纲分析方法不仅可以用来检验理论公式结果的正确与否,而且还可以作为探索物理现象和物理规律的一类重要研究方法^[61].与此相对照,量纲分析在经济学理论的发展进程中从未得到应有的重视,以至于在教材和知名学者的著作中经常出现量纲的混乱,更不要说建立起一个完整的量纲体系.在经济学中,一个经常被混淆的是存量和流量的量纲.存量是一个给定时间点上的数量,而流量是一段时间内的数量变化.经济过程中的很多现象都包含这两类变量,而经济学在建立模型时由于对这两类变量的量纲差别模糊,常常引发逻辑和结论上的混乱.即使是宏观经济学的鼻祖 John M. Keynes,在其具有里程碑意义的著作《就业、利息和货币通论》中,由于对存量和流量关系没有清晰的理解,导致他在提供富于启发性的思想的同时也遗留了相当多的模糊和争议点.所有这些经济学理论遭遇的困境,都是由于对理论检验的重视不足和由此带来的在构造理论时对量纲的忽视.而没有一个量纲体系,理论和实际的对接就无法进行.所以说,经济学要步入科学的殿堂,必须要经过量纲分析这个阶梯.

物理学对经济学科学化的第二个贡献就是搭建成这样一个阶梯.芬兰经济学家 Matti Estola 借鉴物理学的

方式,初步构造出了经济学的量纲体系^[62].在他最近出版的专著中,专门列出一章介绍了经济学中量纲体系的主要思想.在物理学中的国际单位制中,量度单位分为基本单位和复合单位,比如长度的基本单位是米,时间的基本单位为秒,而速度就是一个复合单位的量,其单位为米/秒. Matti Estola 尝试建立起经济学的单位制,他认为有 4 个基本单位,分别是数量、时间、价值和效用.前面三个单位都有明确的现实对应,可是效用的单位难以测定.经济学家最初认为效用概念由于本身不可度量,因此是没有意义的.后来随着研究的不断深入,人们认识到,人们最终的理性选择只和不同选择所带来的满足程度的比值有关,与测量满足程度的单位没有关系.这样一来,就没有必要苛求对效用的测量方式,只要有个便利的辅助量度单位就可以了. Matti Estola 认为,经济学的很多事件都可以基于这 4 个基本单位来度量,其他变量都可以用这些基本单位的复合来表示.

这个量纲体系还是相当初级的,到底应当如何选择基本量度单位?在微观层面上和在宏观层面上是否可以使用同样的基本量度单位?这些都是有争议的问题.尽管如此,在经济分析时应用的例子中已经显露出量纲分析的有效性.我们相信,一旦一个完备的经济学量纲体系出现,将会使对经济学理论的检验更趋于规范,经济学科学化的步伐也将大大加快.

在经济学的发展历程中,一直有人努力把物理学中已有的规律直接应用到经济分析中,比如能量守恒定律和热力学第二定律等.随着经济物理学的出现,这种倾向和努力也以各种各样的方式表现出来.比如 Estola 在分析消费者和厂商的动力学特性时,引入了“经济力”和“质量”的概念,并试图利用经典力学中的牛顿第二定律来分析经济个体选择的演化过程^[62].德国物理学者 Jürgen Mimkes 仿照热力学分析方法,系统地分析了经济的运作过程,也同样给出了经济学第一、第二定律,并且定义了“经济熵”的概念,并应用这些概念到经济增长过程,发现增长的本质就是“卡诺过程”^[63].

尽管这些努力对理解经济现象和解决经济问题富有启示性,但是这样的做法要求把经济体系和过程抽象成为那些“现成定律”所对应的物理体系和过程,如此“一一对应”方便了物理学者,但却大大有碍于物理学者和经济学者的交流和沟通.更为严重的是,实际的经济系统和运行过程一般都与物理系统有很大的差别,这种“生搬硬套”往往会忽视对经济现象最本质的洞察和认识,从而使我们不能正确地理解我们所面对的研究对象.经济学与物理学的差别首先体现

在组成的基本元素的本质差别,一个是无生命的基本粒子,另一个是活生生的人.前者按照给定的物理规律运动,后者按照自己的认知行事.因此,在经济学的各种问题中,信息都始终扮演极其重要的角色,而在已有的物理学规律中,似乎并没有给“信息”留有一席之地.尽管在某些方面,已有的物理学方法可以直接应用到经济学分析中来,但是经济学中的那些关键问题,我们必须从经济学的实际过程出发,提出符合事实的理论模型来解决这些问题.

6 结束语

作为社会科学中最先进的学科,经济学在性质上非常类似物理学,在许多情况下,一些现象可以作为某些规律的体现,而这些规律能够由更为一般的规律来解释.和物理学一样,经济学中的唯象规律和基础理论都是用公式化的数学语言描述的,它已经有一个形式化的基础理论,多数的理论和实证工作都是以此为基础的.理论经济学的数学化,对数据的使用以及计量经济学中先进的统计分析方法都支持把经济学看成“社会科学中的物理”.然而,无论从发展的时间跨度还是从科学的成熟程度来看,经济学这门学科都很年轻,还有很大的成长空间,还需要借鉴其他学科,特别是物理学的研究范式.经济物理学就是将物理学的理论、方法、技术和模型,应用于经济学和金融学,研究经济现象和金融系统的一门学科.经济物理学的出现,表明物理学者已经以集体的身份跻身经济学的一些领域.尽管这个学科迄今还没有得到经济学界的普遍认可,但相信在未来经济学科学化的道路上,一定会留下越来越多物理学者的足迹.

参考文献

- [1] Schweitzer F et al. *Science*, 2009, 325: 422
- [2] Farmer J D, Foley D. *Nature*, 2009, 460: 685
- [3] Krugman P R. *The New York Times*, 6 September 2009
- [4] Bouchaud J P. *Nature*, 2008, 455: 1181
- [5] Simon H. *Organization Science*, 1991, 2(1): 125
- [6] 魏宇,黄登仕. *经济学动态*, 2002, 7: 74 [Wei Y, Huang D S. *Economics Information*, 2002, 7: 74 (in Chinese)]
- [7] Anderson P W, Arrow K J, Pines D. *The Economy as an Evolving Complex System*. Addison-Wesley, 1988
- [8] Mitchell W M. *Complexity: The Emerging Science at the Edge of Order and Chaos*. New York: Simon & Schuster, 1992
- [9] Rosser J B. *Econophysics of Stock and Other Markets*. Milan: Springer-Verlag, 2007
- [10] Mantegna R N, Stanley H E. *An Introduction to Econophysics: Correlations and Complexity in Finance*. New York: Cambridge University Press, 1999
- [11] Mantegna R N, Stanley H E. *Nature*, 1995, 376: 46
- [12] Axtell R L. *Science*, 2001, 293: 1818

- [13] Lillo F, Farmer J D, Mantegna R N. *Nature*, 2003, 421:129
- [14] Editorial. *Nature*, 2006, 441: 667
- [15] Cho A. *Science*, 2009, 325: 408
- [16] Samuelson P, Nordhaus W. *Economics*. New York: McGraw-Hill/Irwin, 2004
- [17] Mankiw N G. *Principles of Economics*. Mason; Thomson South-Western, 2007
- [18] Wang Y, Stanley H E. *Physica A*, 2009, 388(7): 1173
- [19] Black, F. *Exploring General Equilibrium*. Cambridge Mass; MIT Press, 1995
- [20] Arrow K J, Debreu G. *Econometrica*, 1954, XXII: 265
- [21] Debreu G. *Theory of Value*. New York; Wiley, 1959
- [22] Arrow K J, Hahn F H. *General Competitive Analysis*. San Francisco; Holden-Day, 1971
- [23] Smith A. *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. Chicago; University Of Chicago Press, 1977, 1776
- [24] Keynes J M. *The General Theory of Employment, Interest and Money*. London; Macmillan, 1936
- [25] Kuhn T S. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago; University of Chicago Press, 1996
- [26] 田国强. *经济研究*, 2005, 2: 113 [Tian G Q. *Economic Research Journal*, 2005, 2: 113 (in Chinese)]
- [27] Eichner A S. *Journal of Economic Issues*, 1983, 17(2): 507
- [28] Samuelson P A. *Foundations of Economic Analysis*. Cambridge MA; Harvard University Press, 1947
- [29] Farmer J D, Shubik M, Smith E. *Physics Today*, 2005, 58(9): 37
- [30] Bouchaud J P. *Physics World*, 2009, 76(303): 601
- [31] Dragulescu A, Yakovenko V M. *Physica A*, 2001, 299: 213
- [32] Levy M, Solomon S. *Physica A*, 1997, 242: 90
- [33] Souma W. *Fractals*, 2001, 9: 463
- [34] Sinha S. *Physica A*, 2006, 359: 555
- [35] Ding N, Wang Y G. *Chin. Phys. Lett.*, 2007, 24: 2434
- [36] Zipf G. *Human Behavior and the Principle of Least-Effort*. Cambridge MA; Addison-Wesley, 1949
- [37] Gaffeo E, Gallegati M, Palestrini A. *Physica A*, 2003, 324: 117
- [38] Zhang J, Chen Q, Wang Y. *Physica A*, 2009, 388: 2020
- [39] Mandelbrot B. *Journal of Business*, 1963, 36: 392
- [40] Mantegna R N, Stanley H E. *Nature*, 1995, 376: 46
- [41] Gopikrishnan P, Meyer M, Amaral L A N, Stanley H E. *Eur. Phys. J. B*, 1998, 3: 139
- [42] Bertram W K. *Physica A*, 2004, 341: 533
- [43] Makowiec D, Gnacinski P. *Acta Phys. Polon. B*, 2001, 32: 1487
- [44] Gu G F, Chen W, Zhou W X. *Physica A*, 2008, 387: 495
- [45] Fama E F. *Journal of Business*, 1965, 38: 34
- [46] Dragulescu A, Yakovenko V M. *Eur. Phys. J. B*, 2000, 17: 723
- [47] Chakraborti A, Chakrabarti B K. *Eur. Phys. J. B*, 2000, 17: 167
- [48] Ding N, Xi N, Wang Y. *Physica A*, 2006, 367C: 415
- [49] Wang Y, Xi N, Ding N. *Econophysics and Sociophysics: Trends and Perspectives*. Weinheim; Wiley-VCH Verlag, 2006, 191
- [50] Johansen A, Ledoit O, Sornette D. *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 2000, 3: 219
- [51] Iori G. *Int. J. Modern Phys. C*, 1999, 10: 1149
- [52] Cont R, Bouchaud J P. *Macrocon. Dyn*, 2000, 4: 170
- [53] Lux T, Marchesi M. *Nature*, 1999, 397: 498
- [54] Li H, Rosser J B Jr. *Eur. Phys. J. B*, 2004, 39: 409
- [55] Farmer J D, Foley D. *Nature*, 2009, 460: 685
- [56] Challet D, Zhang Y C. *Physica A*, 1997, 246: 407
- [57] Challet D, Marsili M, Zhang Y C. *Quant. Finance*, 2001, 1: 168
- [58] Challet D, Marsili M, Zhang Y C. *Physica A*, 2001, 294: 514
- [59] Chen K, Wang B H, Yuan B. *Phys. Rev. E*, 2004, 69: 025102
- [60] Roehner B M. *Evol. Inst. Econ. Rev.*, 2008, 4(2): 251
- [61] 赵金土. *量纲分析原理及其应用*. 上海: 华东师范大学出版社, 1999 [Zhao J T. *The Principle and Applications of Dimensional Analysis*. Shanghai; East China Normal University Press, 1999 (in Chinese)]
- [62] Matti H, Estola, Consumer, firm and price dynamics: an econophysics approach. Saarbrücken: VDM Verlag Dr. Muller, 2008
- [63] Mimkes J. *Econophysics and Sociophysics: Trends and Perspectives*. Weinheim; Wiley-VCH Verlag, 2006, 1