

现代金融学的数量化进程探析

王忠玉

一、现代金融学的创立与特征

英文 finance 在不同场合下有不同的译法。现代金融理论主要包括两部分: corporate finance 即公司财务或理财, 是指专门研究企业如何筹集与使用资金的学问; financial market 也就是金融市场, 是专门研究融资机构、融资管理与融资场所的学问。“金融”一词的习惯理解仅仅包括后者, 但这实际上是不科学的。因为二者有着本质上的紧密联系。

另一种流行的观点认为, 金融中除包括上述两部分之外, 还有投资学 (investment), 即专门研究投资者如何投资以取得最佳收益的学问。在本文中, 我们用到的“金融”一词, 则是广义的。

对于现代金融学诞生的标志, 著名数理金融学家默顿教授 (Robert C. Merton, 1997 年荣获诺贝尔经济学奖) 曾说, 在 20 世纪 50 年代以前的大部分时间中, 金融几乎整个地集中于事务性、单调而重复和法律上的事情描述性的学科。金融理论不过是收集一些轶事, 采用依据实际经验的作法以及对会计数据的推来推去。金融数学模型集中于货币的时间价值上, 而且最复杂的分析工具是体现在现值上。

现代金融仅仅在后来的 50 年代和 60 年代才开始。在公司财务方面取得重要突破, 然而在数学模型方面的主要进展是在投资领域和资本市场, 马科维茨 (H. Markowitz, 1952, 1959) 的投资组合选择均值方差理论提供了对通常资产具有相关收益数量化风险—收益协调的易于处理的模型。建立在马科维茨的基础研究之上, 夏普 (W. Sharpe, 1964) 和林特 (J. Linter, 1965) 研究了资产价格的均衡结构, 他们的资本资产定价模型 (CAPM) 已成为度量证券风险的基本的数量化模型。随后, CAPM 形成了发展度量金融专业领域中经理们投资业绩的整个行业的基础。

关于现代金融学的本质特征和研究方法, 著名金融学家罗斯 (S. Ross) 曾指出: 金融以其不同的中心点和方法论而成为经济学的一个分支。其基本的中心点是资本市场的运营、资本资产的供给和定价。其方法是使用相近的替代物给金融契约和

工具定价。对那些有连续特点和收益取决于解决不确定性的价值工具来说, 这一方法论很适用。

二、现代金融学的数量化

任何一门自然科学学科的现代化和精确化进程, 都必然导致以数学作为自身的语言。然而, 从经济学科中独立出来的现代金融学的现代化标志, 体现在金融学的数量化上, 也就是金融学科理论研究的数理化、实践应用的定量化和计算机运用的广泛化。

金融学科的发展史是一部在抽象的理论和实践的应用之间相互作用、共同发展的历史。在金融学的理论中, 许多理论的贡献最初都表现为局限的或者无实践的理论抽象。可是, 随着学者们对理论研究给予必要的假设和限制, 这些理论已经成为金融市场上重要的常识, 并以此作为分析金融决策和市场运作方面参考的标准框架。另外, 曾经被认为是一系列相关的理论, 现今能够被统一在一般的体系里。所有这些发展产生在相对短的时间里, 最初的思想产生于 20 世纪 50 年代, 并且于 20 世纪 80 年代在一般理论上构建的形成和出现达到了顶峰。

1 20 世纪 50 年代——现代金融学的开端

为了理解认识现代金融学科的理论, 我们应该回顾阿罗 (K. Arrow, 1963) 和德布鲁 (G. Debreu, 1959) 的重要贡献。他们的贡献在于, 证明了在确定性条件下经济模型如何适应于并入不确定性方面的这一重要问题。其基本思想是非常简单的, 商品空间被扩展成为并入可能的现实世界的未来状况。此市场体系里, 在对于所有商品而言存在着一组或有市场 (contingent market) 的意义上是完备的。许多标准的存在性定理和竞争均衡的帕累托最优性能够得以再次解释, 以致于人们在不确定性的条件下能有一个有效的资源配置。虽然, 在当时人们没认识到此结论的价值, 但是这一抽象的经济理论对于许多随后发展起来的内容而言是一个重要的根基。

在 20 世纪 50 年代, 还有另外两项重要的理论发展。

在 1958 年, 莫迪利安尼 (F. Modigliani) 和米勒 (M. Miller) 发表了讨论公司金融结构在经济中对所有代理人而言是不重要的研究成果。他们的证明依赖于个人能够应用无风险

套利来解决公司金融结构上的变动。尽管最初的表述是依照公司对债务和产权资本的选择而言的,但是这种讨论和研究是一般的,而且它能够应用在股息政策上、债务结构或者其他金融决策上的变动分析上。他们的研究成果与理论,人们简称为莫迪利安尼—米勒理论,即通常所称的MM理论。

MM理论在两个方面具有突破性的发展。首先,它证明了在一定的条件下,一个公司的价值与其所采取的融资方式是发行债券还是发行股票无关。这一观点是令人吃惊的,它意味着公司财务主管为如何筹集资本而绞尽脑汁的努力,实质上是浪费时间。其次,文章建立了一套新的经济学研究方法。它直接应用了单一价格规律,即两种相同的资产成本其消耗必然相同。从此,这一研究方法及证明思想成为金融学的核心内容。莫迪利安尼和米勒先后荣获诺贝尔经济学奖(1985年和1990年)。这在很大程度上取决于他们俩在此领域里所做的开创性工作。著名数理金融学家默顿曾对MM理论给予高度评价,他说MM理论是新旧理财学的分水岭,旧的理财学分析会计规则,充满各种琐事的记录。新的理财学在数学上是严密的,它的原理在一定条件下是正确的,是经得起经济计量模型检验的。就MM理论的论证方法而言,它是以套利促使近似金融替代品卖得相同价格的思想为基础的,此种套利思想的论证方法开启了现代金融学理论研究与其实际应用的大门。

另一项重要的进展是马科维茨(1959)的均值方差证券投资组合专著的出版发表。其基本思想是十分明确的:如果投资者知晓投资组合收益的均值和变异性,那么人们依照初始资产的均值和协方差就能够得到证券投资组合的一个简单分析,从而利用这类资料去建立一系列有效的资产投资组合,有效资产投资组合是指在过去任一给定风险水平下产生最高收益的投资组合。此研究成果是基于均值方差分析之上的证券投资组合分析的资产定价发展的第一步。从此,金融学的研究开始迈向数理化和、量化的研究道路上。

2 20世纪60年代——金融学理论和应用的发展

在20世纪60年代,金融理论中有两个重要的发展,第一个重要发展是阿罗—德布鲁理论(Arrow—Debreu theory)以更详细的形式扩展到对金融市场的探索研究中来。赫什利弗(J. Hirshleifer, 1965, 1966)做出了如何把阿罗—德布鲁理论能够应用于基本的金融理论上的重要贡献。尤其是,他证明了在阿罗—德布鲁框架下莫迪利安尼—米勒的金融上的不相关结果。这是阿罗—德布鲁理论首次被联系到套利理论。随后,这些文章的研究成果迅速地戴蒙德(P. Diamond, 1967)应用在不完全资产市场上的研究中。戴蒙德证明,在两个时期具有外在设置资产市场的不确定性模型的情况下,竞争均衡是一种约束最优的。此外,他证明只要债券没有违约风险,就能够得到莫迪利安尼—米勒定理。

第二个重要发展是马科维茨的均值方差分析扩展到竞争经济。夏普(1964),林特(1965)和莫辛(J. Mossin, 1966)研究发现,在市场出清条件下,所有消费者能够选择证券投资

表现为无风险资产和市场证券投资组合的线性组合的形式。其中,最具有代表性的文章是夏普的“资本—资产价格:风险条件下的市场均衡理论”。现今,将这一模型和研究成果简称为CAPM(即the Capital—Asset Pricing Model的缩写),也就是某种证券的收益决定于该种证券的价格是否追随整个证券市场的价格:这种证券追随证券市场越紧,它的预期收益越大。该理论相当勇敢地面对现实中的事实,单个证券价格与整个证券市场价格之间的相关系数用一个希腊字母 β 表示,亦称 β 方法。

CAPM模型没有考察资产组合中证券的协方差(即资产投资组合中各种证券以及每种证券平均收益之间的过去的相关性),而选择了一条具有独创性的捷径。它把证券风险分成两类:系统的和非系统的。系统风险或市场风险是股票价格与整个证券市场的相关程度,用 β 测量。比如 β 为1的证券,当证券市场价格每上升10%,它也上升10%; β 为2的证券,当证券市场价格上升10%,它上升20%,如此类推。证券的非系统风险是风险变动中扣除系统风险变化后的剩余部分。

这种区别是极为重要的。在多样化的资产组合中,非系统风险相互抵消。由于投资者采取多样化投资能够消除此类风险,因此它对证券收益的影响不大。然而,投资者仅仅借助分散化是消除不了系统风险的,一个充分分散化的资产组合(比如证券市场作为一个整体)的 β 为1。所以CAPM模型集中讨论的是系统风险—证券或资产组合的 β —与收益的关系。事实上,要想测量 β 的大小就要对证券市场过去的大量数据进行统计处理和分析,在此相关的数学模型和统计数据的处理、分析无疑在CAPM模型中起着至关重要的作用。由于夏普对CAPM理论的突出贡献,而与马科维茨、米勒分享了1990年诺贝尔经济学奖。

在此情况下,金融理论首次创造出原则上能够用于计量经济方法检验的相关资产收益的简单模型。在20世纪60年代后期,这些检验是由芝加哥大学用新获得的CRSP股票价格数据资料来完成。当然,这仅仅是金融经验研究的开端,此种经验研究的丰硕成果是在接下来的十年中取得。

3 20世纪70年代——金融理论和金融经验的成熟

20世纪70年代,在金融学理论中取得了许多重要的进展。第一个进展是CAPM研究计划的继续推进和扩展,比如默顿(1973)把这个模型扩展到多时期经济学中,布莱克(F. Black)引进借贷约束,而米尔恩(F. Milne)和史密斯(C. Smith, 1980)引入交易费用,并且把它应用到金融中经验问题(empirical Problems)的范围里。作为经验模型的CAPM开始对投资者和互助基金经理们控制管理证券组合及评估其业绩的方式有了重要影响。

第二项重要的进展产生于对CAPM经验的不满意。尽管初始的CAPM好像证实了理论对数据资料表现出好的拟合,但是后来罗尔(R. Roll, 1977)证明了CAPM的预测能力是被检验方法所夸大而促成的。罗斯(1976)引进套利定价理论(APT)作为对CAPM模型推广的有力竞争者。利用纯套利与

多样分散化的混合假设讨论,他证明了人们能够把资产价格表示为少数几个基本因素的线性组合。这种模型潜在地表现出比CAPM模型更灵活和更稳健,而且可能免除与CAPM模型相联系的检验问题,象我们下面将要看到的那样,在接下来的十年中APT在资产定价理论中起着十分重要的作用。

在金融理论研究中,第三项进展是在资本市场中取得的既对理论又对实际金融决策产生戏剧性影响的成果。布莱克和斯科尔斯(M. Scholes, 1973)和默顿(1973)证明能够用套利来获得相对简单的买进股票期权的公式,现今人们把此公式简称为布莱克—斯科尔斯—默顿公式(即B—S公式),随后,许多学者对此模型做出了多种变形的迅速而全面的发展。金融交易者和银行家们对这一模型非常感兴趣,因为它提供了在金融市场交易着的不断增长的衍生金融资产的定价公式。由于这些模型研究推导中运用现代物理学中使用的技术,例如股票收益服从扩散过程,Itô(伊藤)引理被用来推导套利的套期保值,对热交换方程的求解被用来推导定价公式等,这样就引起与流行的“火箭科学家”印象相联系的衍生资产定价的神秘感。考克斯(J. Cox)、罗斯和鲁宾斯坦(M. Rubinstein, 1979)所撰写文章的重要贡献是证明了B—S模型的逻辑和定价公式的推导能够大大地被简化。假设股票具有基本的二项式随机过程,那么运用套利的假设讨论来推导二项式期权定价公式是很容易的。另外,他们还证明了利用取适当的极限,就能够导出布莱克—斯科尔斯公式。尽管在那篇文章中没有强调使用套利假设的基本模型可用来推导阿罗—德布鲁价格,但是,定价公式就是当阿罗—德布鲁价格具有概率作用时,折现的鞅(martingale现代概率论中的最基本概念之一)。

另一个有趣的发展是鲁宾斯坦(1976)从离散时间的不完全市场均衡模型中推导出布莱克—斯科尔斯公式。利用假定消费者聚集,那么经济达到平凡的帕累托(Pareto)最优配置,而阿罗—德布鲁价格支持着消费者最优。虽然在约束的形式下,但这是第一个获得的鞅定价结果的典型的消费者模型。在接下来的十年间,这种研究问题的一般的洞察力在金融中得以探索和进一步的研究,而且特别是在宏观经济中典型的消费者模型,例如卢卡斯(R. Lucas, 1978)的文章。随后鞅定价的思想由哈里森(J. Harrison)和克雷普斯(D. Kreps, 1979)做了详细地探讨研究。他们证明,鞅二项式中所具有的逻辑能够对更抽象的具有连续的或离散的资产价格过程的设置进行推广。

此种抽象的方法对20世纪80年代在金融理论上澄清在效率市场假设(EMH)上引起的混淆方面起着相当大的影响。EMH的想法是法马(E. Fama, 1970)第一次提出的。他在萨缪尔逊(P. Samuelson, 1965)和其他研究人员的早期研究工作基础上,讨论可以自由进入的金融市场上没有一个投资者能够借助于开发研究公开可获得的信息来获取超正常收益。这一简单的思想对金融经验和考察金融市场上投资者的作用和业绩的方法有着意义深远的影响。与其理论相关的早期问题之一

是缺乏把一些资产定价模型联系起来的连贯性。这种缺乏联系的糊涂认识,直到人们在20世纪80年代运用鞅定价的理论思想才得以澄清。

除了上述所阐述的之外,还有两个意义更为重大的发展。第一个是带有多种商品和有限时期水平以及无限时期水平的完全市场和不完全市场的资产市场的细致研究和分析。兰德(R. Rander, 1972)和哈特(O. D. Hart, 1974, 1975)的研究工作在简化不完全市场性质方面是重要的。令人遗憾的是,这种研究工作以及相关的在资产交易中交易费用的研究,把货币引入到模型中,在不完全市场中厂商的目标函数,还有其他方面的推广研究大量地被金融理论家们忽视了将近整整20年。

另外一个重要的创新是最近发展起来的非对称信息方面的思想被引进到金融理论中。格罗斯曼(S. Grossman, 1976)分析了投资者在非对称信息情况股票市场,并且研究了股票价格能够完全地或部分的再现私人信息的思想。后来,这些思想被许多学者详细地探讨和研究,例如黄(C. Huang)和利曾伯格(R. Litzenberger, 1988)专著《金融经济学基础》。当在股东和管理者之间存在着信息差异时,非对称信息的思想被引入到对公司金融理论的研究中来。当金融结构能起着信号作用或者起着激励机制时,这些理论检验了莫迪利安尼—米勒定理的稳健性。

在20世纪70年代,金融理论的研究方法更加趋向于数理经济学中所运用的抽象演绎法,而且运用的数学工具也更加艰深,其中有最优化理论和现代概率论等。金融经验中所应用的量化方法与计算机数据处理和分析日益紧密结合,这些因素都为促使金融创新工具的蓬勃发展奠定了坚实的基础。

4 20世纪80年代——金融理论上的合并和统一

在20世纪80年代,金融理论方面的进展就是统一和扩展了现存的理论。各种各样的思想在一般的阿罗—德布鲁框架下得到统一,而且在应用上显示出非常的灵活。这种灵活性被证明为在理解认识迅速扩展的衍生证券市场方面是重要的。特别地,整个一大批各种证券的套期保值和定价成为一个重要行业。衍生证券最为宏大的事例或许是投资组合保险的发展。这是期权套期保值思想对投资组合管理的应用,尽管在原则上简单,但是这种思想是由美国的两位金融学家海恩·利兰(Hayne Leland)和马克·鲁宾斯坦(Mark Rubinsfein)所提出,并将其发展成为金融产品创新的重要基础。

在理论前沿上,鞅思想在套利或阿罗—德布鲁经济中对描述资产定价方面成为中心的工具。使用一般的随机积分(随机分析的内容—现代概率论中的一分支)的想法,布莱克—斯科尔斯—默顿模型由哈里森和普利斯卡(S. Pliska, 1981),达菲(D. Duffie)和黄,达菲(1986)进行了意义重大的推广。

在上述那些模型中,更特殊化的形式是由考克斯(J. Cox)、英格索尔(J. Ingersoll)和罗斯(1985)进行了探讨研究,即考虑资产定价在随机利率上的应用。此模型激发了一系

列对定义在债券上或者相联的债券上的衍生证券套期保值思想扩展的研究。

注意到鲁宾斯坦 (1976) 对布莱克—斯科尔斯—默顿定价公式所运用的均衡方法, 特恩布尔 (S. M. Turnbull) 和米尔恩 (1991) 构造出的一种均衡 (可能是不完全) 市场模型, 它平行于希思 (D. Heath)、贾罗 (R. Jarrow) 和莫顿 (A. Morton, 1992) 的结果和应用。这提供了鞅资产定价能够经由均衡或者套利假设的讨论到更一般思想的引人注目的实例说明。对于实践上的资产定价而言, 设计出一种假设讨论 (套利或者均衡) 是重要的, 其假设能把一般的鞅测度试图简化为能够写成一小部分可观察的变量的较为简单的密度, 当然要在格子 (lattice) 上进行数值模拟或由多项式方法进行近似处理。

另一个进展是对罗斯的APT 所进行的澄清。两种可供选择的方法被研究和采用。第一种方法探讨研究了逼近的假设讨论, 例如张伯伦 (G. Chamberlain, 1983)、休伯曼 (G. Huberman, 1983) 第二种方法运用一般均衡的假设讨论来提供准确或者近似APT, 例如米尔恩 (1988)。

APT 定价因素的思想渗透到许多资产定价模型中, 所以许多模型能够看成是静态的或者动态的因素定价理论。特别地, 基于扩散过程的动态资产定价模型能够被认为是更一般动态因素模型的特例。此外, 利用设置适当的基础, 简单离散模型能够模拟更复杂的连续时间相应的情形。这种离散模型对于统一资产定价理论提供了易于接受的和极其灵活的框架。另外, 这一模型能适合于把不兑换纸币和票面资产收益, 多种货币和汇率, 交易费用、税收以及许多其他特征引入其中。这些各种各样的模型最近被发展起来, 或正处于发展过程之中。

金融理论的核心是研究在不确定环境下, 经济行为人在配置和利用其资源方面的行为, 这里既包括跨越空间的情况又包括跨越时间的情况。事实上, 金融经济学本质上是研究在不确定的动态的框架下, 关于稀缺资源的最优跨时配置的一门学科, 时间和不确定性是影响金融行为的中心因素。这两者相互作用的复杂性导致了金融研究的内在刺激, 结果其相互作用的复杂性需要复杂的分析来捕获相互作用的影响。因此, 许多现代数学方法作为金融科学数量化的有力工具, 在金融经济学中找到了用武之地。

5 20世纪90年代——金融科学数量化趋势的增强

20世纪90年代, 金融科学数量化趋势有了新的突破和发展。首先在金融学理论研究的数量化上形成了现今被人们称之为金融数学或数理金融学 (Mathematics of Finance 或 Mathematical Finance) (另一种称谓是数学金融学) 的学科。金融数学是近十年来兴起的新学科, 其作为学科名称的出现, 至今不过十几年的时间。通常认为它是两次“华尔街革命”——马科维茨 (Markowitz) 1953年的证券投资组合选择理论和布莱克—斯科尔斯—默顿 (Black-Scholes-Merton) 1973年的期权定价理论的产物。

进入20世纪90年代以来, 国际金融界和数学界对金融数

学正越来越重视。在1991年, 名为《数学金融学》(Mathematical Finance) 杂志的国际刊物问世, 1994年创刊的《应用数学金融学》(Appl Math Finance) 以及近年来的新刊物《金融学与随机学》(Finance and Stochastics) 在1997年正式出版发行, 这些都标志着金融数学的不断发展和壮大。

金融数学研究的主要内容, 正如著名数理金融学家达菲教授所指出的: “金融数学是研究不确定环境下的多时期框架中的证券投资选择组合选择和资产定价理论。”其中最主要的三个观念是: 套利、最优和均衡。与证券市场上流行的技术分析根本不同的是: 技术分析的出发点是寻求证券市场中的套利机会, 资产定价面临的则是一个无套利 (no-arbitrage) 机会成熟的市场; 而个体经济活动者都在市场上寻求最优, 市场则在竞争中期望达到供需均衡。这三点构成了金融数学研究的基本经济思想和研究方法, 其中后两点是在微观经济学中至今仍然处于统治地位的新古典主义经济学的基本假设。因此, 在理论上, 人们一致认为金融数学最前驱的工作应该是阿罗1953年关于证券市场的一般均衡模型的研究。

此外, 国内一些学者把Mathematical Finance 译成数理金融学, 它是以鞅论和随机分析为数学工具讨论和研究金融市场数学模型的一个数学分支。当然, 这有点类似于数理经济学的味道。无疑, 这反映出数学界对金融数学的高度重视。

对期权定价理论的进一步研究刺激了对“倒向随机微分方程”求解的发展, 从而对期权定价理论的研究开启了新的动力。同时, 对倒向随机微分方程的理论和数值计算的研究又会促使期权定价理论数学模型的新研究。我国山东大学彭实戈教授, 在这一领域作出了突出的研究成果。他与法国数学家巴赫杜 (Etienne Pardoux) 在1990年证明了满足一定条件的一大类倒向随机微分方程有解的存在唯一性定理, 此事确实在随机分析界, 继而在数理金融学界引起很大的轰动和反响。这一成果是进入20世纪90年代以来, 在期权定价理论方面取得的一个新的重大突破。

其次, 在20世纪90年代金融学家更加注重金融风险的管理。可以说, 风险管理是20世纪90年代里对金融机构管理的中心论题。在风险管理的诸多模型中, 其中最著名的风险管理数学模型是VAR (既Value at Risk) 模型。简略说, VAR模型是指人们在预先给定置信区间上估计给定投资工具或组合在未来资产价格波动下可能的或潜在的最大损失。目前, 这种方法已被全球各主要的银行、公司及金融监管机构所接受, 并成为最重要的金融风险管理办法之一。除此, 刻划金融风险的ARCH 计量模型, 也被国外研究机构编写成商业化的计算机软件, 并对理论研究结果进行仿真模型计算。同时, 也为实际金融数据进行技术分析咨询提供了强有力的定量分析工具。因此, 金融科学数量化趋势的增强是当今金融学发展最显著的重要特征之一。

另外, 非线性科学的研究方法和理论在金融理论及其实践上的运用, 极大地丰富了金融科学数量化的手段和方法论的研

究。无疑, 这将开辟金融科学数量化非线性的新范式的研究领域。例如 T. Vaga 在 1990 年提出一种独特的非线性统计模型, 既协同市场假说 (Coherent Market Hypothesis) (CMH), 其基本假设是, 市场的概率分布基于下列因素在时间上的变化:

基本的经济环境; 市场中存在的情绪倚量或“集体思维”的水平。随着这两个因素的组合变化, 市场状态会呈现出多种不同的相空间 (phase space)。除此, E. Peters 于 1994 年在其《分形市场分析》一书中提出了替代 EMH 理论的“分形市场假说” (FMH)。利用这一理论, 人们对“长期资本管理基金” (LTCM) 在 1998 年 9 月发生的危机给出了令人信服的解释。

LTCM 基金是一个著名的对冲基金, 其合伙人包括诺贝尔经济学奖获得者斯科尔斯和默顿等人。布莱克—斯科尔斯—默顿公式是以正态分布假设为基础, 所以 LTCM 基金的风险投资策略仍以“线性”和“连续”的资本价格模型为出发点。该对冲基金的核心策略是“收敛交易”。此策略并不关心某一只股票或债券的价格是升还是降, 而是赌在相关股票或债券的价格向常态收敛上。LTCM 基金的一项赌注下在美国 30 年国库券和 29 年国库券的价格收敛上, 进而卖空前者, 买入后者, 本以为可以不论价格升降都稳操胜券。然而, 不料亚洲和俄国的金融危机使惊恐的投资者一窝蜂地涌向看似更安全吉祥的 30 年国库券, 结果造成 30 年国库券的价格发散, 而非收敛。类似的其他几个“收敛交易”也都以发散而告终。从而导致 LTCM 基金危机爆发, LTCM 基金不得不求助于美联储的“软预算约束”, 以免彻底破产引发全球金融危机。

LTCM 基金失败的关键在于其投资依据的数学模型中没有对不连续的突发事件的考虑和假设。这点正是正态分布与 FMH 的基本假设之一“分形”分布的基本不同之处。正如 Peters 所指出的, 分形分布着眼于“少量的大变化”, 而正态分布着眼于“大量的小变化”。

非线性科学的研究方法和理论, 不仅在金融理论研究方面开辟了崭新的非线性范式的研究领域, 而且在金融实践和金融经验上也取得累累硕果。比如, 美国纽约州的 TLB 合伙公司所开发的建立在“非线性定价”基础上的投资准则的实施运用, 在很短的时间内 (1994 年 10 月- 1995 年 9 月) 就设法创出令人印象深刻的业绩, 其获净利润高达 102.63%。当然, 要评价由 Christopher May 建立的非线性定价投资准则的长期业绩还有待人们去进一步地观察和检验。

除此, 地处桑塔费 (Santa Fe) 于 1991 年创立的预测公司, 也是使用非线性技术最有名的投资公司之一。其名声远扬主要应归功于创始人中的两个: Doynne Farmer (多因·法默) 博士和 Norman Packard (诺曼·帕卡德) 博士。他们在系统地阐述李雅普诺夫指数对于混沌分类的重要性方面和重构相空间的延迟方面都起着重要作用。他们不仅在系统地表述混沌理论的结构方面做出了主要贡献, 而且还使用一些不同的方法, 比如, 遗传算法、决策树、神经网络和其他非线性回归方法等去建立

模型。令人遗憾的是, 根据专有合同他们的技术是属于瑞士银行集团的, 因此, 他们投资过程的细节和业绩记录都是专有财产。

总之, 非线性科学的研究方法和理论, 为人们进一步探索金融科学数量化的发展, 提供了最有力的研究武器。目前研究表明, 发展一种将人们所能看到的非线性结构并入到金融理论和金融经验的研究和应用的过程才刚刚起步, 这里有许多工作需要人们去开创、丰富和发展。

参考文献

1. Merton, R. C., (1992), Continuous-time Finance (revised edn). Oxford: Basil Blackwell
2. Merton, R. C., (1992), Financial Innovation and Economic Performance. *J. appl. corporate Finance* 4, 12~ 22
3. Harrison, J. and Kreps, D., (1979), Martingales and Arbitrage in Multiperiod Securities Markets. *Journal of Economic Theory*, 20: 381~ 408
4. Huang, C. and Litzenberger, R., (1988), Foundations for Financial Economics. North-Holland
5. Madan, D., Milne, F., and Shefrin, H., (1991), Option Pricing with a Geometric Martingale Component. *Mathematical Finance*, 1 (4): 39~ 56
6. Peters, E., (1994), Fractal Market Analysis. John Wiley & Sons
7. Vaga, T., (1990), The Coherent Market Hypothesis. *Financial Analysts Journal*, November/December, pp. 36~ 49
8. Duffie, D., (1993), Dynamic Asset Pricing Theory, Princeton University Press
9. Hull, J., (1993), Options, Futures and other Derivative Securities. Prentice-Hall Inc
10. N. EL Karoui, Peng, S. and Quenez, M. C. (1997), Backward Stochastic Differentiations in Finance. *Mathematical Finance* vol 7. no. 1.
11. Karatzas, I., (1998), Lectures on the Mathematics of Finance, CRM Monograph Series
12. Björk, T., (1996), Financial Mathematics, Lecture Notes in Mathematics vol 1656. Springer
13. 王忠玉: 《金融数学》, 载《世界科学》, 1996 (7)。
14. 王忠玉: 《金融数学的现在和未来》, 载《世界科学》, 1996 (6)。
15. 王忠玉、冯英俊: 《1997 年度诺贝尔经济学奖与期权定价理论》, 载《经济评论》, 1999 (3)。
16. 严加安、彭实戈等: 《随机分析选讲》, 北京, 科学出版社, 1997。
17. 王忠玉: 《混沌的计量经济学简评》, 载《统计研究》, 1999 (2)。

(作者单位: 哈尔滨工业大学管理学院、黑龙江财政专科学校 哈尔滨 150001、150028)
(责任编辑: 金萍)