

多重分形理论在金融市场中的应用及研究展望

宋光辉¹(博士生导师) 吴栩¹ 许林²

(1.华南理工大学工商管理学院 广州 510640 2.华南理工大学经济与贸易学院 广州 510006)

【摘要】多重分形理论已被广泛应用于金融市场研究,并取得了丰硕的成果。本文首先从金融市场中多重分形特征的存在性、形成原因及其应用等方面进行了系统梳理;接着阐述了目前多重分形理论在金融市场中应用的局限性;最后从多重分形特征的检验及其成因模型、多重分形特征成因以及运用多重分形分析来提升投资能力、进行金融风险管理和投资业绩评价等方面展望了多重分形理论在金融市场中的四大重点研究方向。

【关键词】多重分形 金融市场 研究现状 展望

正确认识与理解金融市场的运行规律是金融投资成功的基础和前提。近年来,越来越多学者研究发现,金融市场存在多重分形特征,认为多重分形是刻画金融市场的有力工具。那么,多重分形理论在金融市场中的应用现状究竟如何呢?其在金融市场中的应用又该走向何方呢。对多重分形理论在金融市场中的应用现状进行全面剖析将有助于进一步推进多重分形理论在金融市场中更深层次的应用;对多重分形理论在金融市场中的应用前景进行探索可为多重分形理论在金融市场中的应用研究提供一些方向。

一、多重分形理论在金融市场中的应用研究综述

1. 多重分形理论在金融市场中应用的起源。多重分形理论是20世纪80年代以来分形几何最重要的成果,现已成为分形几何的核心课题之一。多重分形(Multifractal)又称多标度分形,简称重分形,是单分形的进一步发展。一般认为,多重分形是定义在分形结构上的由多个标度指数组成的无限集合,用来刻画质量分布在不同区域上的不同标度性质。

通常,有两种研究多重分形的方法:一种称为精细理论,这种方法用于研究分形本身的结构和维数;另一种方法称为粗线条理论,在这种方法中,考虑具有正半径的小球的测度分布的不规则性,然后,令取极限。在很大程度上,精细多重分析类似于寻找集合的 Hausdorff 维数;而粗线条理论则关系到计盒维数。实际中,粗线条方法更易于操作,精细理论更适合数学上的分析。

Mandelbrot强调将多重分形应用于金融市场研究具有重要意义,其借助多重分形理论对金融市场的波动现象进行了独具匠心的论述,认为将多重分形理论应用于研究金融市场的精美之处在于:借助这种几何方法研究人员能够构建一种普遍适用的模型,它不但能复现证券理论描述的平稳市场所持有的模式,而且能复现最近几个月中剧烈震荡的金融交易

状况。随后,涌现了大批运用多重分形理论研究金融市场运行规律的文献。这些文献主要分为两类:一方面,实证检验金融市场中存在多重分形特征或初步分析多重分形特征的形成原因;一方面,运用多重分形理论构建金融投资模型或进行风险管理、波动预测等。

2. 金融市场呈现多重分形特征的实证检验。目前,大量的文献集中于实证检验金融市场中存在的多重分形特征。Hiroaki Katsuragi(2000)通过多重仿射分析法发现日本股票市场价格波动中存在多重仿射,从而说明日本股票市场中存在多重分形特征。Sun(2001)以恒生指数的日收益率为样本数据,利用多重分形分析,发现香港股票市场并非遵循随机游走规律,收益率方差之和与多重分形谱的宽度之和有关。

Kantelhardt(2002)在去趋势波动分析法(DFA)的基础上,提出了多重分形去趋势波动分析法(MF-DFA)。该方法具有避免错误判断非平稳时间序列的长期相关性、在分析存在高阶趋势的多重分形信号时效果比小波变换极大模(Wavelet Transform Modulus Maxima)方法稍好等众多优点。因此,MF-DFA方法在各个领域尤其是金融领域得到了快速的应用。

Zunino(2008)运用MF-DFA对33个国家的股票市场的重分形程度进行了量化比较,并指出重分形程度越高,市场就越无效率。Wang(2009)运用MF-DFA分析了中国深证股票市场的效率问题。Zunino(2009)运用MF-DFA分析了拉丁美洲股票市场,发现其多重分形程度比其他新兴股票市场要高。苑莹等(2011)指出我国深圳股市行业板块中也存在多重分形特性。

Zhou(2008)在MF-DFA的基础上,提出了多重分形去趋势相关性分析法(MF-DXA)。MF-DXA可用于检测两个非稳定时间序列间相关性的多标度特征。He、Chen(2011)用此方法分析了一些农产品期货市场,不同农产品期货市场间的相

关性表现出明显的多重分形特征。

实证检验各国证券市场存在多重分形特征的文献之多无法一一罗列。金融市场呈现多重分形特征并非偶然,而是具有一定普遍性。因此,对金融市场的多重分形特性进行更加深入的研究,是具有较大的理论与现实意义的。

3. 金融市场中呈现多重分形特征的成因分析。分析金融市场中多重分形形成的原因是对其加以利用的前提。目前,关于金融市场中多重分形特征成因分析还不够深入。在金融时间序列中,多重分形主要由两种方式产生:一是由时间序列值的厚尾分布产生的,在这种情况下,随机打乱序列不能够消除多重分形。二是由大小波动不同程度的相关性产生的,这时,随机打乱序列能够消除多重分形。如果这两种情况同时存在,则打乱序列的多重分形程度应比原始序列的多重分形程度更弱。苑莹等(2010)指出小幅波动和大幅波动不同程度的相关性是我国商品期货价格存在多重分形的主要原因。Barunik(2012)通过广义 Hurst 指数(GHE)分析了股票市场指数、汇率、利率等不同金融时间序列的多标度特征,通过打乱顺序检验和仿真分析表明,这些时间序列中的多重分形特征主要是由收益率的厚尾分布产生的。

由此可见,虽然多重分形特征广泛存在于金融时间序列中,但其成因有差异。形成多重分形特征的主导因素不同,所代表的意义便大不相同。如果多重分形特征主要是由于时间序列值的厚尾分布所引发的,这说明该资产的风险比正态分布所描述的风险要大得多,在投资该资产时应该引起足够的重视;如果多重分形特征主要是由小幅波动和大幅波动不同程度的相关性所引发的,则表明该资产价格走势在一定的程度上是可以预测的,可以加以利用。

4. 多重分形特征在金融理论与实践中的应用。目前,将多重分形特征应用于金融理论与实践方面的研究成果相对较少。Mandelbrot(1997)基于金融资产价格是一个具有长记忆性和厚尾性的多重分形过程,利用多重分形级联过程,提出了资产收益的多重分形模型(MMAR)。MMAR包含以往模型所描述的价格波动特征,更预见其他模型中没有体现的多重分形特征。Muzy(2001)验证并推广了MMAR,并提出了多重分形期望和资产组合理论,建立了基于湍流中瀑布理论的多重分形模型,同时对该模型进行了实证检验。Fisher、Calvet(2001)提出了Poisson多重分形过程,该过程为预测收益分布提供了理论分析。

Fisher、Calvet(2004)首先提出将马科夫转换(Markov-switching)引入多重分形过程,并提出了一种新的多重分形迭代模型:马科夫转换多重分形(MSM)模型。Liu(2007)利用不同股票市场指数、国际汇率、利率等金融数据,通过对真实数据和仿真数据的标度指数进行比较,发现在大多数情况下,MSM所产生的明显的长记忆性与实际数据的标度率相一致。魏宇、黄登仕(2005)利用多重分形这个强大工具,建立了基于多重分形谱的风险测度指标,并对其有效性进行了检验。

Wei、Wang(2008)以上证综合指数5分钟高频数据为样本,利用多重分形谱提出了日多重分形波动(MFV)测度,该测度可用于预测短期的波动。Wei、Wang、Huang(2011)在MFV的基础上,提出了copula-MFV对冲模型,该模型相对其他一些对冲模型可获得更好的对冲效果。

虽然,多重分形模型具有众多优势,被认为是最为全面描述价格波动特征的模型,但对多重分形模型的参数估计并非易事。为此,Fisher、Calvet(2002)提出了关于MMAR的标度性质的参数估计方法,并以德国和美国间的外汇市场进行了实证。Bacry(2001)提出了多重分形随机游走模型(MRWs),该模型克服了级联过程需要具体的尺度比且参数较多等不足。同时,MRWs还具有稳定增量和扩张不变性的多重分形过程。Pochart(2002)考虑到资产收益率的不对称性,对MRWs作了推广,推广后的模型可以有效地描述期权的波动。为克服使用极大似然估计多重分形过程的参数的缺陷,Lux(2006)将马科夫转换引入Poisson多重分形过程,从而利用广义矩方法(GMM)估计多重分形过程的参数。

综上所述,将多重分形理论应用于金融市场有着许多优越性。虽然应用多重分形理论来描述和管理金融市场已经初显成效,但还远远不够。

二、多重分形理论在金融市场中应用研究的局限性

通过上述文献梳理可见,虽然应用多重分形描述或处理金融问题已取得了一些有意义的成果,但目前的研究尚有许多局限性,主要表现在以下几个方面:

1. 金融市场中分形特征的本质不清晰,对金融市场中多重分形特征的形成原因揭示得还远远不够。现有文献很少从投资者这个金融活动的主体角度来分析多重分形特征形成的原因。

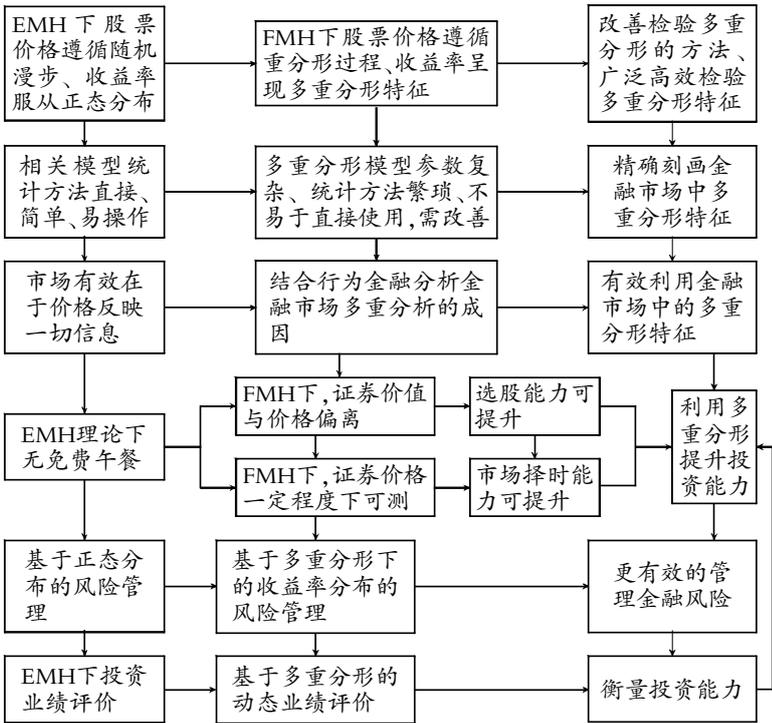
2. 检验金融市场存在多重分形特征的方法比较缺乏、繁琐,检验的范围比较狭窄。目前实证检验证券市场存在多重分形特征,主要是以大盘指数作为样本。对行业指数或者个股的实证检验还寥寥无几。同时,目前的实证检验主要是针对资产的价格或收益,而对金融市场其他特点,如金融产品间的相关性、证券的系统风险等进行检验的文献屈指可数。检验时间序列中存在多重分形特征的方法不丰富,目前广泛使用的MF-DFA一些步骤的处理依赖于经验,同时要求大量数据。

3. 与多重分形相关的统计方法欠缺,甚至尚无直接可用的统计方法。这就使得MMAR、MSM等多重分形模型在实际应用中非常繁琐,不利于推广,甚至都不利于对这些模型进行实证检验。目前对它们的检验是在二项式测度等简单假设下进行的,这与实际的金融市场复杂程度相差甚远。

4. 运用多重分形分析来提升投资能力、进行业绩评价的研究欠缺。目前虽有一些应用多重分形预测金融波动或进行风险管理的研究结果,但还比较零散且不成系统。利用多重分形描述金融市场运行规律的根本目的是为金融活动的参与者获取最大效用,现有的研究距此目标还很遥远。

三、多重分形理论在金融市场中应用研究的展望

基于以上分析,将多重分形理论应用于金融市场中有着较大空间,需要不断探索。现提出几个重点研究方向,见下图:



多重分形理论在金融市场中的未来研究方向

1. 改善或提出新的检验金融市场中存在多重分形特征的方法以及改进关于多重分形模型的统计方法。完善金融市场中存在多重分形特征的检验方法,有利于更加广泛、便捷地判断多重分形特征的存在与否。多重分形模型的统计方法的改进有利于准确、简便地估计多重分形模型的参数,这对于有效运用多重分形特征进行投资决策意义重大。

2. 深入研究金融市场中多重分形的形成原因。FMH相对于EMH更注重投资者的投资时间长度以及对信息不同的敏感度,投资者行为对市场价格的走势有重要影响。Cajueiro、Tabak(2009)指出“羊群效应”可能会导致多重分形特征。因此,结合行为金融的观点、从投资活动的主体投资者的角度来解释多重分形形成原因是非常值得研究的。

3. 运用多重分形分析来提升投资能力。投资过程主要由两部分工作组成。一部分工作是证券与市场分析,即对投资者可能选择的所有投资工具的风险及期望收益的特性进行评估。另一部分工作是对资产进行最优的投资组合构建,它涉及在可行的资产组合中决定最佳的风险与收益组合,从可行的投资组合中选择最好的资产组合。因此,一方面可以探索如何利用多重分形评估投资工具的风险及期望收益,从而更好地为投资产品定价,以期选出价值被低估的投资产品;另一方面可以深入探讨基于多重分形的资产组合理论。利用多重分形对投资工具的风险及期望收益的特性进行评估本质上是期望

提升择股能力。在实际操作中,择时能力也不可忽视。Justine Gregory Williams(2004)表明利用单分形和混沌可以提升择时能力。因此,利用多重分形来提升择时能力预计是可行的。利用多重分形来提升投资能力本质上就是寻找证券的高点和低点,分析多重分形市场下的惯性与反转。

4. 基于多重分形的金融风险测度和投资业绩评价方法的研究。金融风险测度对于金融风险管理至关重要。传统的风险管理基于收益率是正态分布的,而现实的市场收益率表现出多重分形特征,这使得传统的风险管理低估了真正的风险。因此,基于金融市场多重分形特征构建金融风险测度模型迫在眉睫。投资业绩评价方法对不同投资者的意义都不容小视,利用多重分形理论研究投资业绩评价指标可充分揭示投资业绩的动态时变性。

四、结论

本文通过对现有文献进行系统梳理,发现将多重分形理论应用于金融市场研究还处于起步阶段,主要是实证检验金融市场中存在多重分形特征,而且相对较优的检验方法太依赖于经验。同时,刻画多重分形特征的模型所需统计方法还比较繁琐,以至于在估计模型的参数时有很大的困难。虽然许多文献已涉及多重分形特征的成因分析,但大多仅从厚尾分布和大小波动不同程度的相关性两个角度来解释,未曾充分考虑投资者心理因素对多重分形特征形成的影响。

构建新的多重分形特征检验方法以及多重分形模型的统计方法,深入分析多重分形特征形成原因以及运用多重分形分析来提升投资能力、进行金融风险管理与投资业绩评价等工作是未来重点研究的几个方向。

【注】本文系教育部高等学校博士学科点专项科研基金新教师类资助课题(项目编号:20120172120050)、教育部人文社科规划基金(项目编号:10YJA630131)、中央高校基本科研业务费专项资金(项目编号:x2jmd2118850)的阶段性研究成果。

主要参考文献

1. David Harte著. 华南理工大学分形课题组译. 重分形: 理论及应用. 北京: 科学出版社, 2012
2. Kenneth Falconer著. 曾文曲译. 分形几何的数学基础及其应用(第二版). 北京: 人民邮电大学出版社, 2007
3. 苑莹, 庄新田, 金秀. 期货价格收益序列的多重分形统计描述及成因分析. 东北大学学报(自然科学版), 2010; 4
4. 何建敏, 常松. 中国股票市场多重分形游走及其预测. 中国管理科学, 2002; 3