

常青藤·汉译学术经典

Essays in
Econometrics

格兰杰计量经济学文集 (第二卷)

—— 因果关系、单整和协整以及长期记忆

[英] 克莱夫·W. J. 格兰杰 等著

艾瑞克·吉塞尔

[美] 诺曼·R. 斯旺森 选编

马克·W. 沃森

朱小斌 等译

上海财经大学出版社



F224.0/123

:2

2007

常1.1.1 及译学术经典

格兰杰计量经济学文集(第二卷)

——因果关系、单整和协整 以及长期记忆


[英] 克莱夫·W.J. 格兰杰 等著

艾瑞克·吉塞尔

[美] 诺曼·R. 斯旺森 选编

马克·W. 沃森

朱小斌 等译

 上海财经大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

格兰杰计量经济学文集(第二卷)/[英]格兰杰(Granger, C. W. J.)等著;[美]吉塞尔(Ghysels, E.)等选编;朱小斌等译. —上海:上海财经大学出版社, 2007. 11

(常青藤·汉译学术经典)

书名原文: Essays in Econometrics: Collected Papers of Clive W. J. Granger

ISBN 978-7-81098-940-4/F·894

I. 格… II. ①格…②吉…③朱… III. 计量经济学-文集 IV. F224. 0-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 077952 号

□责任编辑 仲崇巍

□封面设计 周卫民

GELANJIE JILIANG JINGJIXUE WENJI

格兰杰计量经济学文集(第二卷)

——因果关系、单整和协整以及长期记忆

[英] 克莱夫·W. J. 格兰杰 等著

艾瑞克·吉塞尔

[美] 诺曼·R. 斯旺森 选编

马克·W. 沃森

朱小斌 等译

上海财经大学出版社出版发行
(上海市武东路 321 号乙 邮编 200434)

网 址: <http://www.sufep.com>

电子邮箱: webmaster@sufep.com

全国新华书店经销

上海市印刷七厂印刷

上海远大印务发展有限公司装订

2007 年 11 月第 1 版 2007 年 11 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16 58.5 印张 957 千字

印数: 0 001—4 000 定价: 96.00 元(全二卷)

内容简介(第二卷)

因果关系

Granger 在经济变量之间的因果关系方面的研究无疑是他最为人知的贡献之一。其中一个原因也许是,在很多领域对以下这一问题的回答都是非常重要的,该问题是:如果 X 下降, Y 会如何变化? 另一个原因是 Granger 对这一问题的回答不仅在数学上非常优美,而且易于进行实证研究。经济领域的因果关系在 Granger 于 1969 年发表“通过计量经济学模型和交叉谱方法来研究因果关系”这一文章之前就已经被人们所关注了 [可参见如 Granger(1963); Granger and Hatanaka(1964); Hosoya(1977); Orcutt(1952); Simon(1953); Wiener(1956)等]。另外,关于因果关系的概念和因果关系检验的文章在 Granger 的经典性工作之后也陆续发表出来 [可参见如 Dolado and Lütkepohl(1994); Geweke(1982); Geweke *et al.* (1983); Granger and Lin(1994); Hoover(1993); Sims(1992); Swanson and Granger(1997); Toda and Phillips (1993, 1994); Toda and Yamamoto (1995); Zellner(1979)等]。然而,Granger(1969)这篇文章才是现代实证因果关系分析和检验的基石。正是出于这个原因,本书的第二卷以这篇文章作为首篇。在该文中,Granger 运用交叉谱和简单的双变量时间序列模型构造并阐明了一个简单的、吸引人的、可检验的因果关系的概念。他

提出了因果关系、反馈、瞬间因果关系以及因果关系滞后的正式概念。这四个概念实际上构筑了以后三十年这个领域所有研究的基础,甚至还有可能再持续三十年。他对因果关系的首次定义是这样的:“……如果利用所有可利用的信息比起使用除 Y_t 外的其他信息可以更好地预测 X_t 的话,那么就说是 Y 是 X 的原因。”(Granger, 1969, p. 428)以至于在 1969 年后,许多预测的论文直接使用“Granger 因果关系检验”作为模型设定检验的基准工具之一就不足为奇了。当然,运用 Granger 因果关系检验来比较和评价经济理论也就不足为怪了。在这篇文章中,Granger 还引入了瞬间因果关系的概念,并强调了抽样频率和聚合的重要性。所有的这些工作都是基于最近引入的谱分析技术的框架之上的(该技术是由 Granger 和 Hatanaka 于 1964 年引入经济领域的)。

这部分的第二篇文章是“因果关系检验:个人观点”(1980),该文包含了许多基于 Granger(1969)的进一步贡献,并简述了现代时间序列分析的未来方向(其中的很多观点后来被学术界采用)。此文开始就将因果关系公理化。根据条件分布函数,他对 1969 年提出的概念进行了正式的概率解释,这将使其在充分和不充分的信息集(如数据不充分)下都具有可操作性,而且提出了基于条件期望和(或)条件方差的因果关系检验。另外,Granger 还探讨了因果关系的哲学概念并说明了他对这个领域的兴趣和知识的根源。最后,Granger 强调了应该运用样本外数据通过沃德(Wald)和拉格朗日乘数检验来证实因果关系。

该部分的第三篇文章“因果关系概念的一些新发展”指出:如果两个 $I(1)$ 序列是协整的,那么它们至少在一个方向上具有因果关系。Granger 还探讨了因果关系检验对政策评价的作用,而且再次阐述了瞬间因果关系的概念。他指出了明显瞬间因果关系的三个可能解释:(1)变量反应不存在任何可测量的延时;(2)数据收集的时间间隔太长而不能得到因果关系,或者是时间加总导致了明显的瞬间因果关系;(3)信息集不充分,也可能导致明显的瞬间因果关系。并用例子说明了上述第二和第三个解释有点似是而非。这部分的最后一篇文章是经常被引用的实证研究文章“广告与总消费:一个因果关系研究”,文章意在为读者提供一个如何正确运用经济学中的因果关系的实例。在该文中,Ashley、Granger 和 Schmalensee 强调了在评价不同因果关系系统时样本外预测绩效的重要性,并且为我们提供了广告不能导致消费,而消费反而能导致广告的乐趣

证据。

单整和协整

Granger 的“典型谱型”表明大多数经济时间序列都是由低频波动主导的。由于这种波动能够用一个序列的自回归多项式中的单位根进行建模,所以典型谱型为单整、长期记忆和协整过程提供了实证研究的基础。Granger 在这方面的贡献可以分为四类。第一类主要是对于标准的计量经济模型而言低频波动的涵义的研究,Granger 和 Newbold 对于伪回归的研究就是在这一类研究中做出的最显著的贡献。第二类研究是 Granger 对用来解释一个经济系统时间序列的低频波动分量的复合行为的线型时间序列模型的研究。他对协整概念的发展是这部分的亮点。第三类研究包括协整系统中的实证和统计细节的研究(比如趋势估计)。最后一类就是他将协整从非时变线型系统扩展到非线性和时变系统的研究。Granger 在这四类研究中的代表作都收录在本书的这个部分了。

这个部分的第一篇文章就是 Granger and Newbold(1974)经典的“计量经济学中的伪回归”。该文运用了计量经济学中颇有争议但又非常流行的蒙特卡罗模拟研究[该方法的最大竞争对手是 Slutsky(1927)提出的试验研究]。这篇文章认为,虽然线型模型需要统计上的独立性,但高度稳定的随机变量通常会产生很大的“ t 统计量”和样本 R^2 值。该文的研究表明,回归残差的序列相关与解释变量的序列相关加在一起将会对通常的统计推断过程产生灾难性的后果。这个结果早在 1926 年就被 Yule 发觉,但 Granger 和 Newbold 的实验却是引人注目的、不可预期的。的确,在《计量经济学理论》的访谈中,Granger 回忆了他在伦敦经济学院(LSE)所做的一次关于该主题的学术报告,当时有一些非常资深的计量经济学家认为 Granger-Newbold 的结果不可信,并建议他检查一下计算程序。这篇文章对实证研究就有深远的影响,例如研究者再也不能忽视低的杜宾-瓦特森(DW)统计量。该文给出的最有洞见的情形之一就是:当我们考虑回归方程 $y = x\beta + \varepsilon$ 时,零假设(又称原假设) $\beta = 0$ 意味着 ε 与 y 具有相同的序列性质,因此,如果不考虑序列相关,构造一个 t 统计量对该假设进行检验根本毫无意义。方程两边具有相同的时间序列性质这一基本观点反复出现在 Granger 的文章中,后来成为其所谓的“一致性”思想的基础。

Granger 和 Newbold 这篇关于伪回归的文章引发了众多关于在回归中如何处理序列相关问题的争论。受到典型谱型和层次回归中可能出现伪回归的启发, Granger 和 Newbold 建议应用研究者在设定回归模型时最好用经济时间序列的一阶差分。该建议受到怀疑论者的质疑。人们仍然无法轻易相信一阶差分就可以彻底解决伪回归的问题, 仍然要消除经济时间序列中的重要低频分量, 研究者仍然要运用回归分析度量这些分量的相互作用。在这种情况下, 一阶差分“将孩子与洗澡水一起泼出去了”。Hendry and Mizon(1978)为 Granger-Newbold 伪回归面临的挑战提供了一个建设性的方法, 即他们建议时间序列回归模型应该作为自回归分布滞后来进行设定(也就是说: $a(B)y_t = c(B)x_t + \epsilon_t$)。在这种设定中, 一阶差分约束将视为 $a(B)$ 和 $c(B)$ 中 $(1-B)$ 的一个共同因素, 而且这种约束可以进行实证研究。这种自回归分布滞后模型还可以写成误差修正形式, 这将揭示出不同水平序列之间隐含的关系[关于这个问题的有用参考文献包括 Sargan(1964); Hendry, Pagan and Sargan(1981)以及 Hendry (1995)等]。

这个争论引出了 Granger 对协整的正式研究(参见第一章)。他对这个主题的思想首次出现在“时间序列数据的一些性质以及他们在计量经济学模型设定中的应用”一文中, 这是本书该部分的第二篇文章。该文一开始就讨论了前面提到的方程两边的一致性。如果 $y = x\beta + \epsilon$, x 包含重要的季节波动, 且 ϵ 是与 x 不相关的白噪声, 那么 y 必定也包含重要的季节波动。该文最精彩的就是由一致性而引出对变量单整阶数和协整概念的探讨, 这出现在该文的第 4 节(这个概念一经提出, 就在之后的五年中受到广泛的应用)。该文还提到了误差修正模型和协整模型的关系, 而且强调两个协整变量具有一个长期相关关系。这篇文章也许包含了 Granger 最有预见性的观点。比如, 当讨论导致协整关系的自回归分布滞后的“特殊案例”时, 他说:“虽然这也许是一个非常特殊的例子, 但它也具有非常潜在的重要性。”在给出了一些协整变量的例子以后, 他又写道:“进行一次广泛的研究来找出哪些经济变量对是协整的应该是一个很有趣的研究。”

Granger 和 Weiss 在他们于 1983 年发表的文章“误差修正模型的时间序列分析”中扩展了协整的思想, 该文是本书的第三篇文章。这篇文章有三个重要贡献。首先, 探索了误差修正模型与协整的联系(重点关注双

变量模型)。其次,提出了协整检验的方法。其中包括基于残差的检验(该检验在后来 Engel 和 Granger 的文章中有进一步的发展和更详细的阐述)以及多年以后 Horvath and Watson(1995)进行分析的检验。该文并没有涉及检验中出现的单位根的分布问题(而是在以后的文献中进行了讨论),而是建议将实际的识别过程与 Box-Jenkins 建模相类比。最后,该文还将协整应用到了三类经济关系上,这每一个关系都被后来的研究者运用“现代”协整方法进行了更详细的研究。第一个应用考虑的是员工收入和国民收入(对数),集中在国民收入中劳动者收入的份额,这在早期 Kosobud and Klein(1961)已经用其他的统计方法进行过研究。第二个应用考虑的是货币和名义收入,Granger 和 Weiss 发现并没有证据表明它们之间是协整的。后来的研究者把名义利率加进这个系统,产生了一个长期货币需求关系,发现了协整的强有力的证据[Baba, Hendry and Star (1992); Hoffman and Rasche(1991); Stock and Watson(1993)等]。第三个应用考虑的是名义工资,价格和生产率的多变量系统,十年以后 Campbell and Rissman(1994)对其进行了更细致的研究。

当前协整领域的一篇经典文章即 Engel 和 Granger 的“协整和误差修正:表示、估计和检验”一文,这是本部分收录的第四篇文章。这篇文章太经典了,以至于无须介绍。这篇文章给出了一个“Granger 表示理论”,参数包含了 $I(1)$ 变量的协整模型的向量误差修正表示与移动平均之间的联系。该文还强调了在包含单位根和未识别参数的协整模型中用到的非标准统计推断。另外,这篇文章还给出了基于残差的协整检验的小样本临界值,并发展了 $I(0)$ 参数的渐进有效估计子(后来就发展为 Engel-Granger 两步估计子)。该文还对消费与收入、长期利率与短期利率以及货币与名义收入的协整关系做了一个简单但严密的实证研究。

Granger(1986)的“协整经济变量研究的发展”是这部分的第五篇文章,它总结了该主题在最初五年的进展。 $I(1)$ 过程的表示理论这时已经为很多人所知了,几个涵义被挖掘出来,最让人奇怪的也许是在该文最后一节讨论的协整与因果关系之间的联系[如果 x 和 y 是协整的,那么,要么 x 是 y 的 Granger 原因,要么 y 是 x 的 Granger 原因,因此资产价格的协整与它们的鞅性(martingale property)不一致]。对 $I(2)$ 过程的表示理论的研究也在继续[Johansen(1988a); Yoo(1987)]。推断技术还处于起步阶段,但未来的五年将会有大的进展。得出了一些典型的协整关系组

合(比如,消费和收入就是协整的,但货币与名义利率却不是)。该文的最后对非线性模型中和时变系数模型中的协整提出了新的想法。这是一个还未被人关注的领域[但 Balke and Fomby(1997)是个例外],主要的原因是统计推断上的困难。

协整是计量经济学领域少数几个立即对实证研究产生影响的概念之一。它是早期研究者提出的“真实回归”(Frisch, 1934)、“低频回归”(Engel, 1974)或系统中最可预测的规范变量(Box and Tiao, 1977)等概念综合与发展的结晶。多数早期的工作都是描述性的(比如 Granger 和 Weiss 问:是否有一组变量是协整的?),但很快协整就有了重要的经济理论含义,这一点让研究者们可以分开检验协整的长期涵义和短期涵义。比如, Campbell and Shiller(1987)以及 Campbell(1987)提出从现值相关的观点来看协整具有理性预期的涵义,这立即就使得协整同很多应用领域有了密切的联系,如消费的持久收入模型、利率的期限结构、货币需求、资产定价等。与误差修正模型的联系表明协整很容易并入向量自回归,研究者正在突破这些限制以便解决这些模型的识别问题[如 Blanchard and Quah(1989); King *et al.* (1991)等]。

由于统计推断技术的发展导致了具有单位根的单变量自回归向向量系统扩展[可参见 Chan and Wei(1987); Phillips and Durlauf(1986)]。很多这类研究直接关注的主题都是本书收录的 Granger 的那些文章首先提出的。比如, Phillips(1986)使用了一些新技术来解释 Granger-Newbold 伪回归的结果。Stock(1987)得出了协整向量最小二乘估计子的极限分布,并指出估计系数是 T-稳定(T-consistent)的。Phillips and Ouliaris(1990)得出了基于参差的协整检验的非对称分布。运用向量误差修正模型, Johansen(1988b)以及 Ahn and Reinsel(1990)发展出了高斯最大似然估计子并得出其具有非对称的性质。Johansen(1988b)给出了协整的似然检验。从 20 世纪 80 年代晚期到 90 年代初,更多更细致的研究涌现出来[我们只能列出它们中的很少一部分,比如 Phillips(1991)、Saikkonen(1991)、Stock and Watson(1993)等],到了 90 年代中期,对协整模型的设定、估计和检验已经出现在教科书中了[比如 Hamilton(1994)以及 Hendry(1995)]。

在这个时期, Granger 和他的伙伴正在将协整分析扩展到一些重要的方向。其中一个特别重要的拓展是关于季节性的,我们将 Hylleberg、En-

gel, Granger 和 Yoo 合作的“季节性单整和协整”收录到本书的该部分。对季节性单变量建模常用的方法是通过季节差分消除季节和趋势分量。例如,对于季度数据就可以用 $(1-B^4)$ 进行过滤。这种方法明确地将 $(1-B^4)$ 纳入序列的自回归多项式,而且表明这个自回归将包含四个单位根:两个频率为 0 和 $\pi/2$ 的真实单位根以及两个频率为 $\pi/2$ 的复杂变化单位根。标准的协整和单位根理论仅仅适用于零频率单位根。该文探讨了上述四个单位根中其余三个的涵义。特别值得一提的是,该文还提出了非零频率的单位根检验和季节协整检验。这将大大简化检验问题,因为他们使人们可以对过滤后的数据应用标准的回归检验。这篇文章还导致了一个所谓 HEGY 季节性单位根检验方法的出现。基于这个 HEGY 回归, Ghysels *et al.* (1994) 又进行了一系列的扩展,比如建立了一个联合检验,用于检验所有季节性单位根的存在性。

Granger 的很多文章都包含了所提理论的实证示例,但实证研究很少成为一篇文章的核心。最著名的例外是他与 Hall、Anderson 合作的“短期国库券收益率的协整分析”一文。该文是本部分的第六篇文章。这篇文章的理论框架就是大家都熟悉的利率期限结构的预期理论。该文有两个新颖之处:第一,实证分析运用了大量序列(12 个);第二,关注了协整关系的时间稳定性。本文的关键结论是:1~12 个月期美国国库券的利率波动除了在 1979~1982 年那段混乱时期外应该都是平稳的 $I(0)$ 过程。

一个很自然的方法就是根据潜在的、不可观察的、持久的和短暂的分量来思考协整系统。观测变量中的持久因素导致了长期记忆和低频波动,而短暂因素则解释了短期记忆和高频波动。在很多情形中,持久因素往往与一些有趣的经济概念相对应(例如“趋势”或“持久”收入、聚合劳动生产率、“核”通货膨胀等等)。因此,一个重要的问题是如何从观察到的时间序列中估计出这些分量。这是一项困难的工作,因为进行分解的方法不惟一。一个常用的分解方法是将持久因素与观测到序列的长期预测联系起来,将短暂因素与相应的残差联系起来(Beveridge and Nelson, 1981)。这个方法有一定的局限性,主要是从结构上来说持久分量是一个缺,而且持久和短暂分量的创新(innovations)具有相关性。在该部分接下来的两篇文章中,Granger 继续了这个主题。第一篇是他与 Gonzalo 合作的“协整系统中共同长期记忆分量的估计”。该文提出了一个具有如下两

一个重要特征的分解:首先,两个分量都仅仅是序列现在值的函数;其次,持久和短暂分量的创新之间不具有相关性。第二篇是他与 Haldrup 合作的“协整系统的分离和‘持久—短暂’分解”。该文继续对大系统中这些分量的估计进行了研究。关键的问题是这些分量是否可以作为不同的序列组单独地计算出来,这样就可以在不用对全部系统变量进行建模的情况下还能够单独分析这些分量。不幸的是,这样做的条件太复杂,他们并没有给应用研究者提供出简单的形式。

本部分最后三篇文章关注的是协整的非线性推广。前两篇都是 Granger 与 Hallman 合作的。在“单整时间序列的非线性变换”中,Granger 与 Hallman 从单整和协整变量入手,提出这些变量的非线性函数是否还是单整或协整变量的问题。这个问题很复杂,几乎没有得出分析性的结果。但该文还是给出了一些近似以及很有意义的模拟。这篇文章的重要结论之一就是通过模拟发现了应用在高斯随机游走的秩序列上的 Dickey-Fuller 检验具有良好的极限分布。这一点非常重要,因为数据的任何单调变换都不会影响它们的秩排列。在第二篇“有吸引子的长期记忆序列”一文中,Granger 和 Halman 探讨了非线性吸引子[即随机趋势序列的 $I(0)$ 非线性函数]以及运用半参数方法来估计这些非线性函数的尝试。最后一篇“协整变量研究的新近发展”是 Granger 与 Swanson 合作的文章。这又是 Granger 的一篇“种子”文章,充满了思想性,正如其第一段中所言:本文更多的是提出问题而不是解决问题。该文不仅探讨了协整的时变参数模型以及在向量误差修正模型中时间变动的涵义,如何运用非线性协整模型解决非线性最优化问题,非线性领先指数分析模型,而且还对 King *et al.* (1991) 的实证分析进行了非线性推广。毋庸置疑,未来十年内,这些“种子”中有一部分将会生根发芽并可能发展出许多活跃的研究领域。

长期记忆

即使单整变量在实证研究中应用很广,但它们仍然只代表了能够产生 Granger 典型谱型的一小类模型。特别地,我们发现许多时间序列的自相关函数有一个缓慢的双曲线衰减率。这种现象被称为“长期记忆”,有时也称为“长期依赖”,最早是从地理数据中发现的,比如河水流量数据

[参见 Hurst(1951,1956);Lawrence and Kottogoda(1977)等]以及气候数据[参见 Hipel and McLeod(1978a,1978b);Mandelbrod and Wallis(1968)等]。当然,经济时间序列的例子也有[如 Adelman(1965);Mandelbrot(1963)]。在两篇重要的文章中,Granger 通过考虑 d 为非整数的 $I(d)$ 过程将上述过程扩展到可以提供更灵活的低频和长期记忆行为。该部分的第一篇文章是 Granger and Joyeux(1980)的“长期记忆时间序列模型及分数差分介绍”,其思想来源于 Mandelbrot and Van Ness(1968)关于分数布朗运动的早期研究。Granger 和 Joyeux 首先介绍了 d 为非整数的 $I(d)$ 过程 $(1-b)^d y_t = \epsilon_t$ 。该文认为当 $d < 1/2$ 时该过程是协方差稳定的,并得出了该过程的自相关系数和谱。有趣的是其自相关系数在 τ^{2d-1} 处对于很大的 τ 才截尾,表明这个过程比平稳有限阶 ARMA 过程具有更长的记忆(该 ARMA 过程在 $\rho\tau(|\rho| < 1)$ 处截尾)。该部分第二篇文章是“长期记忆关系与动态方程的结合”,Granger 给出了长期记忆过程为何能从大量异质 AR(1)过程中产生出来。这个研究不断激发着研究者的兴趣,近期 Lippi and Zaffaroni(1999)的文章就是一个明证。

由于估计和检验方法的缺乏,对长期记忆过程的实证研究一直踌躇不前,但如今方法已经发展到了相当的可应用性[比如参见 Robinson(1994,1995);Lobato and Robinson(1998)]。另外,早期在宏观经济和金融领域的实证研究中并没有发现长期记忆的有力证据[可参见 Lo(1991)]。然而,一个新的实证研究已经在资产收益率的绝对值方面发现了长期记忆的有力证据。这方面最重要的实证研究之一就是 Ding、Granger 和 Engle 合著的“股票市场收益的长期记忆性质及一个新模型”。该文是本书的最后一篇文章。通过使用 1921~1991 年 S&P500(标准普尔 500)股票指数收益率的数据,该文发现收益率的绝对值序列的自相关系数衰减得很慢,甚至在超过 100 期滞后时仍然显著大于零。这个发现好像成为了实证金融领域的标准事实[可参见 Andersen and Bollerslev(1998);Lobato and Savin(1998)],并且引出了最近大量的实证文章。

参考文献

- Adelman, I., 1965, Long Cycles: Fact or Artifact? *American Economic Review*, 55, 444-63.

- Ahn, S. K. , and G. C. Reinsel, 1990, Estimation of Partially Nonstationary Autoregressive Models, *Journal of the American Statistical Association*, 85, 813—23.
- Alexander, S. , 1961, Price Movements in Speculative Markets: Trends or Random Walks, *Industrial Management Review*, 2, 7—26.
- 1964, "Price Movements in Speculative Markets: Trends or Random Walks, No. 2," in P. Cootner (ed.), *The Random Character of Stock Market Prices*, Massachusetts Institute of Technology Press, Cambridge, MA.
- Andersen, T. , and T. Bollerslev, 1998, Heterogeneous Information Arrivals and Return Volatility Dynamics: Uncovering the Long-run in High Frequency Returns, *Journal of Finance*, 52, 975—1005.
- Anderson, T. W. , 1971, *The Statistical Analysis of Time Series*, New York: Wiley.
- Baba, Y. , D. F. Hendry, and R. M. Star, 1992, The Demand for M1 in the U. S. A. , 1960—1988, *Review of Economic Studies*, 59, 25—61.
- Bachelier, L. , 1900, Theory of Speculation, in P. Cootner, ed. , *The Random Character of Stock Market Prices*, Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology Press, 1964; Reprint.
- Balke, N. , and T. B. Fomby, 1997, Threshold Cointegration, *International Economic Review*, 38, No. 3, 627—45.
- Bell, W. R. , 1984, Signal Extraction for Nonstationary Time Series, *The Annals of Statistics*, 12, 646—64.
- Beveridge, S. , and C. R. Nelson, 1981, A New Approach to Decomposition of Time Series into Permanent and Transitory Components with Particular Attention to Measurement of the "Business Cycle," *Journal of Monetary Economics*, 7, 151—74.
- Bierens, H. , 1990, Model-free Asymptotically Best Forecasting of Stationary Economic Time Series, *Econometric Theory*, 6, 348—83.
- Blanchard, O. J. , and D. Quah, 1989, The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances, *American Economic Review*, 79, 655—73.
- Box, G. E. P. , and D. R. Cox, 1964, An Analysis of Transformations, *Journal of the Royal Statistical Society Series B*, 26, 211—43.
- Box, G. E. P. , and G. M. Jenkins, 1970, *Time Series Analysis, Forecasting and Control*, San Francisco: Holden Day.
- Box, G. E. P. , and G. Tiao, 1977, A Canonical Analysis of Multiple Time

- Series, *Biometrika*, 64, 355—65.
- Burns, A. F., and W. C. Mitchell, 1947, *Measuring Business Cycles*, New York: National Bureau of Economic Research.
- Campbell, J. Y., 1987, Does Saving Anticipate Declining Labor Income, *Econometrica*, 55, 1249—73.
- Campbell, J. Y., A. W. Lo, and A. C. McKinlay, 1997, *The Econometrics of Financial Markets*, Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Campbell, J. Y., and R. J. Shiller, 1987, Cointegration and Tests of the Present Value Models, *Journal of Political Economy*, 95, 1062—88. Reprinted in R. F. Engle and C. W. J. Granger, eds., *Long-Run Economic Relationships, Readings in Cointegration*, Oxford, Oxford University Press.
- Chan, N. H., and C. Z. Wei, 1987, Limiting Distributions of Least Squares Estimators of Unstable Autoregressive Processes, *The Annals of Statistics*, 16, 367—401.
- Christoffersen, P., and F. X. Diebold, 1996, Further Results on Forecasting and Model Selection Under Asymmetric Loss, *Journal of Applied Econometrics*, 11, 651—72.
- 1997, Optimal Prediction Under Asymmetric Loss, *Econometric Theory*, 13, 808—17.
- Clemen, R. T., 1989, Combining Forecasts: A Review and Annotated Bibliography, *International Journal of Forecasting*, 5, 559—83.
- Cleveland, W. P., and G. C. Tiao, 1976, Decomposition of Seasonal Time Series: A Model for the X—11 Program, *Journal of the American Statistical Association*, 71, 581—7.
- Cootner, P. (ed.), 1964, *The Random Character of Stock Market Prices*, Massachusetts Institute of Technology Press, Cambridge, MA.
- Corradi, V., N. R. Swanson, and C. Olivetti, 1999, Predictive Ability With Cointegrated Variables, Working Paper, Texas A & M University.
- Cowles, A., 1933, Can Stock Market Forecasters Forecast?, *Econometrica*, 1, 309—324.
- 1960, A Revision of Previous Conclusions Regarding Stock Price Behavior, *Econometrica*, 28, 909—915.
- Cramér, H., 1942, On Harmonic Analysis of Certain Function Spaces, *Arkiv. Mat. Astron. Fysik*, 28B, No. 12, 1—7.
- Davidson, J., 1994, *Stochastic Limit Theory*, Oxford: Oxford University Press.

- Delgado, M. A., and P. M. Robinson, 1992, Nonparametric and Semiparametric Methods for Economic Research, *Journal of Economic Surveys*, 6, 201—49.
- Diebold, F. X., and R. S. Mariano, 1995, Comparing Predictive Accuracy, *Journal of Business and Economic Statistics*, 13, 253—63.
- Dolado, J. F. J., and H. Lütkepohl, 1994, Making Wald Tests Work for Cointegrated VAR Systems, *Econometric Reviews*.
- Engle, R. F., 1974, Band Spectrum Regression, *International Economic Review*, 15, 1—11.
- 1982, Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of UK Inflation, *Econometrica*, 50, 987—1007.
- Fair, R. C., and R. J. Shiller, 1990, Comparing Information in Forecasts from Econometric Models, *American Economic Review*, 80, 375—89.
- Fama, E., 1965, The Behavior of Stock Market Prices, *Journal of Business*, 38, 34—105.
- 1970, Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work, *Journal of Finance*, 25, 383—417.
- Frisch, R., 1934, *Statistical Confluence Analysis by Means of Complete Regressions Systems*, Oslo: Universitets, Økonomiske Institut.
- Fuller, W. A., 1976, *Introduction to Statistical Time Series*, New York: John Wiley.
- Gallant, A. R., and H. White, 1988, *A Unified Theory of Estimation and Inference for Nonlinear Dynamics Models*, New York: Basil Blackwell.
- Geweke, J., 1982, Measures of Linear Dependence and Feedback Between Time Series, *Journal of the American Statistical Association*, 77, 304—24.
- Geweke, J., R. Meese, and W. Dent, 1983, Comparing Alternative Tests of Causality in Temporal Systems, *Journal of Econometrics*, 21, 161—94.
- Ghysels, E., C. W. J. Granger, and P. L. Siklos, 1996, Is Seasonal Adjustment a Linear or Nonlinear Data-Filtering Process? *Journal of Business and Economic Statistics*, 14, 374—86.
- Ghysels, E., H. S. Lee, and J. Noh, 1994, Testing for Unit Roots in Seasonal Time-Series—Some Theoretical Extensions and a Monte Carlo Investigation, *Journal of Econometrics*, 62, 415—42.
- Granger, C. W. J., 1957, A Statistical Model for Sunspot Activity, *The Astrophysical Journal*, 126, 152—8.

- 1963, Economic Processes Involving Feedback, *Information and Control*, 6, 28—48.
- 1966, The Typical Spectral Shape of an Economic Variable, *Econometrica*, 34, 150—61.
- 1967, Simple Trend-Fitting for Long-Range Forecasting, *Management Decision*, Spring, 29—34.
- 1974, *Trading in Commodities*, Cambridge, England; Woodhead-Faulkner.
- 1977, Tendency Towards Normality of Linear Combinations of Random Variables, *Metrika*, 23, 237—48.
- 1979, Seasonality: Causation, Interpretation and Implications, in A. Zellner, ed., *Seasonal Analysis of Economic Time Series*, Economic Research Report, ER-1, Bureau of the Census 1979.
- 1980, *Forecasting in Business and Economics*, San Diego: Academic Press.
- 1992, Comment on Two Papers Concerning Chaos and Statistics by S. Chatterjee and M. Yilmaz and by M. Berliner, *Statistical Science*, 7, 69—122.
- 1994, Is Chaotic Economic Theory Relevant for Economics? *Journal of International and Comparative Economics*, forthcoming.
- Granger, C. W. J., and A. P. Andersen, 1978, *An Introduction to Bilinear Time Series Models*, Göttingen: Vandenhoeck and Ruprecht.
- Granger, C. W. J., and M. Hatanaka, 1964, *Spectral Analysis of Economic Time Series*, Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Granger, C. W. J., M. Kamstra, and H. White, 1989, Interval Forecasting: An Analysis Based Upon ARCH-Quantile Estimators, *Journal of Econometrics*, 40, 87—96.
- 1995, Comments of Testing Economic Theories and the Use of Model Selection Criteria, *Journal of Econometrics*, 67, 173—87.
- Granger, C. W. J., and W. C. Labys, 1970, *Speculation, Hedging and Forecasts of Commodity Prices*, Lexington, MA: Heath and Company.
- Granger, C. W. J., and J.-L. Lin, 1994, Causality in the Long-Run, *Econometric Theory*, 11, 530—6.
- Granger, C. W. J., and O. Morgenstern, 1963, Spectral Analysis of New York Stock Market Prices, *Kyklos*, 16, 1—27. Reprinted in P. H. Cootner, ed., *Random Character of Stock Market Prices*, Cambridge, MA: MIT Press, 1964.
- 1970, *Predictability of Stock Market Prices*, Lexington, MA: Heath and

- Company.
- Granger, C. W. J., and M. Morris, 1976, Time Series Modeling and Interpretation, *Journal of the Royal Statistical Society Series A*, 139, 246-57.
- Granger, C. W. J., and H. L. Nelson, 1979, Experience with Using the Box-Cox Transformation When Forecasting Economic Time Series, *Journal of Econometrics*, 9, 57-69.
- Granger, C. W. J., and P. Newbold, 1977, *Forecasting Economic Time Series*, New York: Academic Press.
- 1977, *Forecasting Economic Time Series*, 1st ed., San Diego: Academic Press.
- Granger, C. W. J., and C.-Y. Sin, 1997, Estimating and Forecasting Quantiles with Asymmetric Least Squares, Working Paper, University of California, San Diego.
- Granger, C. W. J., and T. Teräsvirta, 1993, *Modeling Nonlinear Dynamic Relationships*, Oxford: Oxford University Press.
- Granger, C. W. J., and P. Thompson, 1987, Predictive Consequences of Using Conditioning on Causal Variables, *Economic Theory*, 3, 150-2.
- Gumbel, D., 1958, Statistical theory of Floods and Droughts, *Journal I. W. E.*, 12, 157-67.
- Hamilton, J. D., 1994, *Time Series Analysis*, Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Hannan, E. J., 1967, Measurement of a Wandering Signal Amid Noise, *Journal of Applied Probability*, 4, 90-102.
- 1970, *Multiple Time Series*, New York: Wiley.
- Hansen, L. P., and T. J. Sargent, 1980, Formulating and Estimating Dynamic Linear Rational Expectations Models, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2, No. 1, 7-46.
- Härdle, W., 1990, *Applied Nonparametric Regression*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Hendry, D. F., 1995, *Dynamic Econometrics*, Oxford, England: Oxford University Press.
- Hendry, D. F., and G. E. Mizon, 1978, Serial Correlation as a Convenient Simplification, Not a Nuisance: A Comment on a Study of the Demand For Money by the Bank of England, *Economic Journal*, 88, 549-63.
- Hendry, D. F., A. R. Pagan, and J. D. Sargan, 1984, Dynamic Specification,