

国内与国际原油市场波动溢出效应研究

周少甫, 周家生

(华中科技大学经济学院, 湖北 武汉 430074)

[摘要] 单变量 GARCH 模型可以用来描述收益率序列的波动聚类特征, 而多元 GARCH 模型则有助于分析国内与国际原油市场波动的溢出效应。实证结果表明, 随着政府继续实施参与国际接轨的定价原则, 国内油价呈现较为明显的 GARCH 效应, 油价波动也开始具有较长的持续性; 国际原油市场对国内市场存在显著的单向波动溢出效应, 石油市场的信息传递方向是从国际市场到国内市场。

[关键词] 石油市场; GARCH 模型; 波动溢出效应

[中图分类号] F407.22 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-5595(2006)03-0008-(04)

石油作为一种重要的工业生产原料和战略物资, 其价格决定要受到诸多因素的影响, 而石油价格的波动又会对整个经济产生不可低估的影响。鉴于石油在国民经济运行中的重要作用, 使得对石油价格波动的特点和原因的分析显得极为重要。

国内外对石油价格的研究主要为油价波动的原因和油价预测、OPEC 对国际石油市场的影响和石油价格波动对宏观经济的影响三个方面,^[1] 而从方法论角度又以经济学理论或单纯的基本面情况作为定性分析和应用时间序列分析的工具, 对油价波动的不确定性进行定量或实证分析。近年来, 也有部分学者注意到石油市场上各类产品价格波动之间存在着某种程度的相关性: 某一石油产品市场的波动程度不仅受自身前期波动程度的影响, 还可能受其他市场波动程度的制约。这种市场间波动的传导称为波动溢出效应, 即收益率条件二阶矩的格兰杰因果关系。

Victo 和 Stepen 通过建立具有时变波动性的非线性误差修正模型考察了天然气和民用燃料油的现货与期货价格之间的动态性, 结论认为二者之间存在着波动诱导作用: 从期货价格到现货价格之间存在单向的波动溢出效应, 但反向的波动溢出却不存

在。^[2] Sharon 和 Michael 以 WTI 原油期货和 Brent 原油期货为例研究了原油期货市场上的波动溢出效应, 结论认为, 当两个市场都进行交易时, 相互之间存在显著且双向的均值溢出和波动溢出效应。^[3] 也就是说, 波动可以在两个市场之间进行相互传递。Shawkat、Huimin 和 Bang 检验了 5 个地区 3 种石油产品(原油、民用燃料油和天然气)的现货价格与期货价格之间的 Granger 因果关系和波动溢出效应, 得出了一些有益的结论。^[4] Ewing、Malik 和 Ozfidan 考察了石油和天然气市场间的波动传递模式, 结果显示两个市场之间存在着显著的波动溢出效应, 并且这种效应是非对称的。^[5]

国内对石油市场上波动溢出效应的研究尚处于起步阶段, 而有限的研究也都限于利用现有的计量模型来分析国内油价与国际油价之间的相互关系。焦建玲等的研究表明: 中国原油价格与国际原油价格之间存在着双向因果关系, 但国际原油价格对中国原油价格的影响迅速而长远, 而中国油价对国际油价的影响相对迟缓和短暂。^[6]

本文将在对国内和国际原油价格的 GARCH 效应进行分析的基础上, 着重考察国内和国际原油市场收益的波动溢出效应。在一个无套利的市场经济

[收稿日期] 2005-12-01

[作者简介] 周少甫(1963-), 男, 湖北天门人, 华中科技大学经济学院副教授, 博士后, 研究方向为金融计量分析, 数理经济学。

中,不同市场之间的波动溢出方向代表了信息在市场间的传递方向,而对石油市场间的波动溢出效应的研究不仅可以为我们正确认识世界石油市场格局提供依据,同时对投资者和石油政策的制定都具有非常重要的指导意义。

一、模型设定

在对波动性的建模中,Engle 于 1982 年开创性地提出了自回归条件异方差 (ARCH) 模型,这类模型主要用于具有丛集性及方差波动性特点的经济类时间序列数据的回归分析及预测,解决了时变方差建模的难题。随后 Bollersler (1986) 在 ARCH 模型的基础上提出了广义的自回归条件异方差 (GARCH) 模型,该模型弥补了在实际应用中为得到更好的拟合效果,ARCH 模型滞后阶数过大所带来的计算量过大和诸如解释变量多重共线等问题。在金融分析中通常选用 GARCH (1,1) 建模即可较好地拟合给定序列的异变性。

为了研究多个序列之间波动的相关性或波动溢出效应,需要把单变量的 GARCH 类模型扩展到多个变量情形,研究向量 GARCH 模型。然而各类向量 GARCH 模型都要求参数满足一定的约束条件而且其参数估计也较为困难,这就制约了向量 GARCH 模型在实证上的应用。本文将沿用 Sharon (2001 年) 和 Shawkat (2003 年) 使用的一种简化方法,即存在溢出效应的 ARCH/GARCH 模型来研究国内与国际原油市场的波动溢出效应。该模型把均值和方差的拟合值作为回归元引入到 ARCH/GARCH 模型的均值与方差方程中,并检验其显著性。模型表示如下:

$$\begin{cases} h_{1,t} = \gamma_{1,0} + \gamma_{1,1}\varepsilon_{1,t-1}^2 + \lambda_{1,1}h_{1,t-1} + \alpha_1h_{2,t-1}; \\ h_{2,t} = \gamma_{2,0} + \gamma_{2,1}\varepsilon_{2,t-1}^2 + \lambda_{2,1}h_{2,t-1} + \alpha_2h_{1,t-1}. \end{cases}$$

其中, $h_{i,t}$ 表示第 i 个市场 t 时刻的条件方差;同时为简化模型,滞后阶数均取 1, $\gamma_{i,0}$ 、 $\gamma_{i,1}$ 、 $\lambda_{i,1}$ 为第 i 个市场的 GARCH (1,1) 模型系数;在上式中,一市场的滞后条件方差项作为方差溢出项加入到另一个市场的条件方差方程中, α 即为第 i 个市场的溢出项的系数。若溢出项在统计上是显著的,则存在显著的波动溢出效应,即一市场的波动会传递到另一市场;反之,则不存在。

二、实证分析

本文以大庆原油价格和 Brent 原油价格分别作为中国和国际原油价格的典型代表,样本取值为 1997 年 1 月至 2005 年 7 月 Brent 原油和大庆原油的 FOB 即期价格的周数据,共 446 个样本,数据来源于美国能源情报署网站提供的统计数据 (www.

eia.doe.gov)。令 Brent、大庆第 t 周的原油价格分别为 PB_t 、 PD_t ,则 Brent、大庆市场第 t 周对数百分收益率分别为:

$$YB_t = 100\ln(PB_t/PB_{t-1}),$$

$$YD_t = 100\ln(PD_t/PD_{t-1}).$$

(一) 收益率序列数据描述及其 GARCH 效应分析

表 1 给出了周收益率序列的统计结果。表 1 中二者偏度值均小于 0,意味着高于平均收益的天数多于低于平均收益的天数,其绝对值的大小表示偏离的程度;而峰度大于 3,表明序列存在“尖峰厚尾”现象,且不服从正态分布,JB 统计量也证实了这一点。 Q 统计量表明收益率序列存在明显的自相关性,而 Q^2 统计量则表明序列存在异方差和波动聚类现象。ADF 检验在 1% 的显著水平下拒绝存在单位根的假设,说明序列是平稳的。

表 1 Brent 和大庆原油收益率序列的基本统计特征

统计量	Brent	大庆
均值	0.196384	0.177753
标准差	5.28177	4.322695
偏度	-0.083914	-0.778675
峰度	3.789786	6.935243
JB 统计量	12.08783	332.1087
$Q(10)$	21.018 (0.021)	34.812 (<0.01)
$Q^2(10)$	34.585 (<0.01)	104.64 (<0.01)
ADF 检验	-19.72533 (<0.01)	-14.06497 (<0.01)

注:JB 统计量是正态性检验,在正态性假定下服从 $\chi^2(2)$; $Q(10)$ 统计量和 $Q^2(10)$ 分别检验收益率序列和收益率平方序列滞后 1 到 10 阶的自相关系数是否联合为 0,在序列无关假定下,两个统计量均服从 $\chi^2(10)$ 分布;样本取值时间为 1997 年 1 月至 2005 年 7 月。

已有研究表明,国际原油价格存在显著的 GARCH 效应,^[7] 这里只分析大庆原油收益率的 GARCH 效应。由于收益率序列存在自相关性,可考虑引入 ARMA 模型对原序列进行滤波。经过反复筛选,对大庆原油收益率序列选取 MA (1) 过程来描述其条件均值。利用 ARCH - LM 方法对残差序列进行 ARCH 效应检验,发现 $q = 8$ 时,ARCH 效应在 1% 的置信水平下仍是显著的,说明序列存在高阶 ARCH 效应,即存在 GARCH 效应。并利用 AIC 准则进一步确定 GARCH 模型的阶数,发现 GARCH (1,1) 模型可以很好地描述收益率序列的异方差性。模型估计结果见表 2。

模型所有参数都在 1% 的水平下显著, $Q(10)$ 和 $Q^2(10)$ 统计量表明残差不存在额外的序列相关和波动聚类现象,模型通过了白噪声检验,从而可以认为大庆原油收益率序列存在较为显著的 GARCH 效应,这和以往的研究相悖。潘慧峰的研究结果表

明,国内原油价格波动只满足 ARCH(1)效应,而不存在更高阶的 ARCH 效应即 GARCH 效应。^[8]对此主要是由于所取数据时间段的不同。1997 年以后,随着政府继续实施与国际接轨的定价原则,中国的石油公司开始走出国门,参与国际市场的竞争,最终导致国内与国际油价走势日益接近。2003 年以后,我国油价波动性显著增大,甚至超过了国际油价的波动,同时也使得国内油价的波动开始呈现出较长的持续性。

表 2 大庆原油收益率序列 GARCH 模型估计结果

参数	估计值
θ	0.278459 (0.0000)
α_0	3.524764 (0.0025)
α	0.156217 (0.0001)
β	0.631671 (0.0000)
$Q(10)$	4.7872 (0.852)
$Q^2(10)$	13.636 (0.136)

注:括号内为估计量的 p 值。

现检验 Brent 和大庆原油市场间的跨期互相关关系。如果这种相关性不显著,则只需分别对每个市场构建单变量 ARMA 模型,反之,则有必要引入向量自回归 (VAR) 来进行条件均值的滤波。表 3 给出了检验结果。可以看出 YD 与 YB 的滞后两期的互相关系数都较大 (大于 0.05), 而 YB 只与 YD 滞后一期的互相关系数大于 0.05, 两个市场收益率的条件均值之间存在显著的引导和滞后关系, 且这种互相关关系是不对称的。

表 3 YD 与 $YB(i)$ 的跨期互相关系数

i	互相关系数
-2	0.1019
-1	0.4909
0	0.4422
1	0.0550
2	0.0383

注: i 为滞后阶数, $i < 0$ 表示滞后效应, $i > 0$ 表示引导效应。

(二) VAR - 向量 GARCH 模型

鉴于两个市场收益率序列存在显著的互相关性,从而有必要引入向量自回归模型来对条件均值进行滤波。经过反复比较后选择不含截矩向量的滞后 2 期的 VAR 模型进行均值回归,同时对 VAR 模型残差向量建立 MGARCH 模型。表 4 给出了估计结果。

(三) 结果分析

在均值方程中, Brent 原油市场收益对大庆市场的一阶与二阶滞后值都是不显著的,说明 Brent 市场的收益独立于大庆市场的收益,不存在大庆原油市场到 Brent 市场的均值溢出效应^①;但在大庆原油

收益方程中, Brent 原油收益滞后一阶和二阶量都是统计上显著的,且为正值,说明从 Brent 到大庆原油的均值溢出效应是明显的,且为正向的。因此仅存在从 Brent 市场到大庆市场的单向均值溢出效应。

在方差方程中,对 Brent 市场而言,其溢出项为负,且没有通过显著性检验,从而可以认为 Brent 原油市场的波动独立于大庆市场;但在大庆原油市场的方差方程中,其溢出项在 1% 的水平上是显著的,说明大庆原油市场的波动明显地受到 Brent 市场波动的影响。因此,仅存在 Brent 到大庆的单向波动溢出效应。

此外,在 VAR 模型中,脉冲响应函数可用于衡量来自随机扰动项的一个标准差冲击对变量当期和未来取值的影响。图 1 是由 VAR 系统生成的 Brent 与大庆市场收益的脉冲响应函数合成图,可以看出, Brent 原油收益 YB 只对其自身的一个标准差信息立刻做出较强反应,虽然影响的时间并不长,到第 2 期就已经回到了原来的水平位置,但对大庆原油收益 YD 的一个标准差信息几乎不做任何反应。相反, Brent 市场的一个标准差信息对大庆市场会产生显著的影响,其反应在第 2 期时达到最大,到第 4 期以后信息的影响基本消失。也可以说明仅存在从 Brent 市场到大庆市场的单向波动溢出效应。

表 4 VAR-MGARCH 模型估计结果

方程类型	均值方程	Brent	大庆
均差方程	$YB(-1)$	0.0573 (1.0599)	0.3895 * * (10.1681)
	$YD(-1)$	0.0145 (0.1908)	0.0343 (0.6384)
	$YB(-2)$	0.0321 (0.5365)	0.0831 * (1.9609)
	$YD(-2)$	0.0234 (0.3610)	-0.1039 * (-2.2590)
	γ_0	8.19E-05 (16.5426 * * *)	0.0002 (6.7194 * * *)
	γ_1	6.15E-06 (190.4334 * * *)	1.43E-05 (-44.1076 * * *)
方差方程	λ_1	0.9154 (578.3873 * * *)	0.714 (67.0200 * * *)
	α	-0.0007 (-0.5203)	0.0329 (2.9505 * * *)

注:均值方程为双变量 VAR 估计结果, $YB(-i)$ 和 $YD(-i)$ 分别表示 YB 和 YD 的滞后 i 阶的系数;方差方程为存在溢出效应的 GARCH 模型估计结果, Brent 的方差方程中溢出项为大庆原油的条件方差滞后值,大庆的方差方程中溢出项为 Brent 的条件方差滞后值。括号内为 t 值。*、* * 分别表示在 5% 和 1% 的显著性水平上显著。

综合以上分析,国际原油市场对国内原油市场不仅存在均值溢出效应,也同时存在波动溢出效应,但国内市场对国际市场却没有。因此,从国际与国

内原油市场收益的一阶矩和二阶矩来看,原油市场上的信息传递是单向的,即从国际原油市场到国内市场。我国在 2001 年完成了成品油价格的接轨,形成了按纽约、新加坡、鹿特丹三地价格加权的定价机制。这三个石油市场分别代表了美洲、亚洲、欧洲三个地区的供求关系,基本反映了国际石油市场的走势。但本文的研究表明在现有的定价机制下,我国在很大程度上只能被动地接受国际油价的波动,一旦国际石油市场发生动荡都对我国经济运行产生冲击。这种风险的外在性使得我国在进行油价预测和制定石油政策时需要更多地关注国际石油市场,而石油价格的波动要受到诸多因素的影响,因此也加大了国内石油市场的风险性。

图 1 脉冲响应函数

三、结论与建议

本文使用 MGARCH 模型从实证的角度分析了国内和国际原油收益率序列的波动特征,以及它们之间波动溢出效应。主要结论为:

国内油价的收益率序列呈现较为明显的 GARCH 效应,这和以往的研究相悖。随着政府继续实施与国际接轨的定价原则,我国只有积极地参与到国际油价的形成过程中,才能改变过去被动吸收国际油价风险的局面,将油价风险规避在国门之外,真正达到规避油价风险的目的。在我国原油价格与国际油价走势趋于一致的同时,国内油价波动也开始呈现出较长的持续性。

国际原油市场对国内原油市场存在显著的波动溢出效应,但国内市场对国际市场则没有。因此国际石油市场的信息可以传递到国内,对国内石油市场产生影响,但国内对国际的信息传递则不明显。这种单向的信息传递模式说明国内石油市场在很大

程度上只能被动地接受国际市场的波动,对石油市场的波动缺乏控制力。因此我国应该尽快建立本国的石油期货市场,鼓励企业通过在期货市场上利用套期保值、对冲等风险管理方法来规避油价波动带来的风险,同时积极参与国际油价的形成过程,加强我国对国际原油价格的影响,从而改变我国石油定价过分依赖国际市场的现状。期货具有良好的价格发现功能,其形成的远期价格可成为国内石油定价的主要依据,从而改变目前国内油价波动过于剧烈的状况,保障我国经济的稳定运行。

[参考文献]

- [1] 焦建玲,范英,魏一鸣. 石油价格研究综述[J]. 中国能源,2004,26(4):33-39.
- [2] Victo K. NG, Stepen C. P.. Prices Dynamics in Refined Petroleum Spot and Futures Markets[J]. Journal of Empirical Finance. 1996(2):359-388.
- [3] Sharon X. L. , Michael N. T. . Spillover Effects in Energy Futures Markets [J]. Energy Economics, 2001 (23): 43-56.
- [4] Shawkat H. , Huimin L. , Bang J. . Causality and Volatility Spillovers among Petroleum Prices of WTI, Gasoline and Heating Oil in Different Locations [J]. North American Journal of Economics and Finance , 2003(14):89-114.
- [5] Bradley T. E. , Farooq M. , Ozkan O. . Volatility Transmission in the Oil and Natural Gas Markets[J]. Energy Economics, 2002(24):525-538.
- [6] 焦建玲,等. 中国原油价格与国际原油价格的互动关系研究[J]. 管理论坛, 2004(7):48-53.
- [7] 冯春山,吴家春,蒋馥. 国际石油市场的 ARCH 效应分析[J]. 石油大学学报:社会科学版,2003,19(4):18-19.
- [8] 潘慧峰,张金水. 基于 ARCH 类模型的国内油价波动分析[J]. 统计研究, 2005(4):16-20.

注释:

- ①均值溢出效应是指一个市场的收益不仅受到其前期收益的影响,还可能受到其他市场前期收益的影响,即收益率条件一阶矩的格兰杰因果关系。VAR 模型的估计参数反映了变量之间一阶矩的动态关系,即均值溢出。

[责任编辑:张岩林]