

股指收益率的结构断点和风险溢出研究

周思齐

武汉华夏理工学院, 湖北武汉, 中国

【摘要】股指收益率是实时反映金融市场风险的指标, 金融风险波动的结构断点广泛存在于金融市场中。本文基于风险溢出效应视角, 对中国四大股指板块的收益率进行实证分析。首先结合结构断点模型对各板块日收益率进行内生断点检验, 并以沪深 300 为例展开分析; 进而结合结构断点所揭示的金融风险, 通过 GARCH(1,1)模型考察股指收益率的波动特征及板块间的风险溢出效应。结论证实: 金融危机期间各板块间的风险溢出效应较为强烈, 危机过后这类现象会逐步恢复正常波动状态。

【关键词】股指收益率; 结构断点; 波动率; GARCH 模型

【基金项目】武汉华夏理工学院校级科研基金项目 (编号: 24B12)

1.引言及文献综述

金融风险的防范和管理是我国乃至全球风险管理的重点与难点, 股指收益率则能清晰的体现金融市场的波动和风险状况。金融危机是造成金融风险的波动幅度大和管理难度高的原因之一, 由危机形成的结构性断点也应纳入金融市场风险的研究和管理中。对不同金融市场间波动率溢出以及信息传导机制的研究有助于有效控制不同股市间的风险传染, 防范金融风险。

我国的股指收益率波动随着国内外经济环境的变化同时发生着相应的结构性变化。主要是由于金融市场风险的变化是动态的, 各类金融市场, 尤其是股票市场的金融风险之间具有强烈的联动性。而金融市场间的信息传递主要通过各个市场的协同变化进行反映, 也就是随着全球一体化的不断深入, 各类金融市场的联系愈发紧密, 这类联动效应明显的体现在各个市场间的风险溢出效应上。

随着我国股票市场的发展和深入, 各类板块的股指收益率之间也存在着明显的联动性质。金融经济事件的发生导致的外部冲击会引起资产价格出现结构性断点, 断点的存在将会导致各类模型拟合和参数确定的不稳定性加剧, 中国的很多金融时间序列数据都存在这一现象[1]。使用各类随机波动模型可以对存在结构断点的金融时间序列进行验证, 有研究表明金融风险事件所引发的全球危机对类似于中国的新兴市场所造成的风险传染效应是显著的, 且结构断点会产生风险溢出效应[2]。全球金融危机期间, 金融资产价格波动会更加激烈, 且金融的关联度大大提高, 全球股权市场随时

间发生的波动具有股市联动性[3-5]。

国内关于股指收益率的风险传染较多, 从各类视角和风险传染的机制进行深入的研究和探讨, 数据方面主要选取全球股市各类板块的数据, 其中主要以中国沪深板块、香港恒生指数、美国和欧洲这四类股指研究居多[6,7]。本文主要采用中国国内四大板块的股指收益率, 结合股指收益率中的结构性断点和各类股指收益率之间的波动率, 对潜在的风险溢出效应进行研究, 深入分析我国金融市场风险情形和可能出现的联动型金融风险, 并做出相应的风险管理建议。

实证方面, 不少学者使用 GARCH 模型及其各类衍生模型、Copula 函数模型等对各类股市进行建模分析以期揭示股市之间存在的复杂相依结构和在金融危机期间显现出的风险联动效应或者是风险传染效应。由于 GARCH (1, 1) 模型处理高频数据计算波动率的拟合精度较高, 且预测能力也较强, 故本文选取该模型对部分板块股指收益率进行建模以体现板块间波动率的变动。

中国的经济金融近三十年来的发展速度全球瞩目, 股市作为金融市场中的重要一环也经历了各种风险和波动。故本文选取中国四类股指收益率进行比较分析, 主要从两大方向入手研究中国股指收益率的内在风险和各板块之间的风险联动[8,9]。首先根据内生性断点检验对各类股指进行断点检验, 再运用 GARCH 模型对其相互之间的波动率变动进行风险溢出效应的分析。文章剩余段落安排如下: 第二部分对股指收益率的结构断点进行检验和分析; 第三部分运用 GARCH 模型对四类板块股

指收益率进行波动率分析；最后一部分为结论与启示。

2. 股指收益率的结构突变分析

2.1 数据选取和分析

文章分别选取沪深 300、中证 500、科创 50 和创业板指数的日收益率，由于各板块的创立时间不一，所以实证分析过程需要根据各板块的创立时间进行相应的调整。其中沪深 300 的数据由 2002 年 1 月至 2021 年 11 月，沪深 300 指数作为反映 A 股市场整体走势的指数，数据时间最长，也将作为重点的股票指数进行分析。中证 500 选取的是 2005 年 1 月

至 2021 年 11 月的数据，创业板数据则为 2010 年 6 月至 2021 年 11 月，由于科创板创立时间较晚，所以科创 50 板块采用的是 2020 年 1 月创立至今的数据。

由表 1 可得沪深 300 的标准差最小，其余几个板块的标准差相差不大，这反映了板块间的波动趋势或幅度较为相似。且四个板块的股指收益率都不符合正态分布，JB 检验远超正常值，从峰值来看各板块的总体分布都存在厚尾现象。同时尾部收益率间相对而言是风险溢出效应最为明显的部分[10]。

表 1. 各股票指数日收益率的描述性统计

变量名称	mean	St.Dev	Skewness	Excess kurtosis	Minimum	Maximum	Jarque-Bera
hs300	0.000404	0.016348	-0.263199	4.057316	-0.092400	0.093900	3368.7053
zz500	0.000667	0.019109	-0.718578	3.573997	-0.089500	0.098700	2990.65
cyb	0.000649	0.019606	-0.426159	2.000229	-0.089100	0.071600	953.94
kc50	0.001074	0.022979	-0.188781	5.348157	-0.142700	0.119000	1667.23

2.2 结构断点模型

时间序列模型对在一段时间内观察到的变量之间的关系进行估计，许多模型都假设这些变量之间的关系在整个时期内不会发生变化。但是在某些情况下，模型外因素的变化会导致模型中变量之间的潜在关系发生变化。而结构断点模型则通过纳入模型参数的突然或者永久变化来准确捕捉这些情况，通过任何模型参数来整合结构变化。

结构断点模型提出了许多必须考虑的独特估计问题，比如数据中结构断点的位置通常是未知的，因此必须要进行估计；必须确定该模型是所有回归参数发生变化的纯结构断点模型，还是仅部分参数发生变化的部分结构断点模型；还需要估计断点前后模型的参数。确切的估计方法将取决于数据特征和强加在模型上的假设。然而，最小二乘估计的一般指导原则与没有结构断点的模型相似。结合模型参数选择结构断点的数量和位置，并使误差平方和最小。

Bai 和 Perron[11-13]为基于最小二乘原理估计结构断点模型提供了基础，并从一下含有 m 个断点的多重线性回归开始，

$$y_t = x_t' \beta + z_t' \delta_j + u_t \quad (1)$$

$$t = T_{j-1} + 1, \dots, T_j \quad (2)$$

其中 $j = 1, \dots, m+1$ 。因变量 y_t 包含不变系数 x_t 和时变系数 z_t ，两个回归量的线性组合，模型的时间长度为 T 。该模型改写为矩阵形式： $Y = X\beta + Z\delta + U$ ，其中 $Y = (y_1, \dots, y_T)'$ 。

$X = (x_1, \dots, x_T)'$ ， $U = (u_1, \dots, u_T)'$ ， $\delta = (\delta_1, \dots, \delta_{m+1})'$ 和 $\bar{Z}$ ，BP 结构断点检验法就是求解未知系数，使得原方程中 $m+1$ 个时间区间的总残差平方和最小。因此根据最小二乘原则，得到 β 和 δ_j 的估计值：

$$(Y - X\beta - \bar{Z}\delta)'(Y - X\beta - \bar{Z}\delta) = \sum_{t=1}^{m+1} \sum_{t=T_{j-1}+1}^{T_j} [y_t - x_t'\beta - z_t'\delta_j]^2 \quad (3)$$

给定 m 个分区，估计变为。这些系数和 m 个分区 $(\hat{T}_1, \dots, \hat{T}_m) = \text{argmin}_{T_1, \dots, T_m} S_T(T_1, \dots, T_m)$ ，其中 $S_T(T_1, \dots, T_m)$ 是给定 $\hat{\beta}(\{T_j\})$ 和 $\hat{\delta}(\{T_j\})$ 的残差平方。

估计 m 个断点和样本分区特定系数的计算负担非常大。然而，Bai 和 Perron 表明使用动态规划的概念可以显著降低复杂性。动态规划算法基于贝尔曼原理 (Bellman's principle) 的概念。给定的

$$SSR(\{T_{m,T}\}) = \min_{m=h \leq j \leq T-h} [SSR(\{T_{m-1,j}\}) + SSR(j+1, T)] \quad (4)$$

其中 $SSR(i, j) = SSR(i, j-1) + v(i, j)^2$ 。这个残差平方动态问题可以依次求解，首先找到最优的一个断点分区，然后找到最优的两个断点分区，并继续直到最优 $m-1$ 。文章即使用结构断点的 BP 内生性断点检验对各个序列进行断点检验，以期分析各类金融危机对序列产生的影响。

2.3 结构突变检验

文章对四个板块的日收益率分别进行了序列的趋势分解以及断点检验，由残差的检验结果可以很明显的看出四个股票板块之间的

波动是存在一定规律的,大幅度的变动大多集中在几个区间,而这几个区间所对应的时间点都是位于全球或亚洲金融危机等大型金融风险之中。其中创业板和中证 500 板的不规则部分变动幅度平均要强于沪深 300,除去次贷危

机的影响,三个板块在 15 年-16 年的变动幅度较为集中。20 年的疫情作为外部冲击也给股市带来了较大的影响,可以从图 1 明显看到各断点存在的区间和幅度,但是疫情对股市造成的影响的持续性还有待观察和分析。

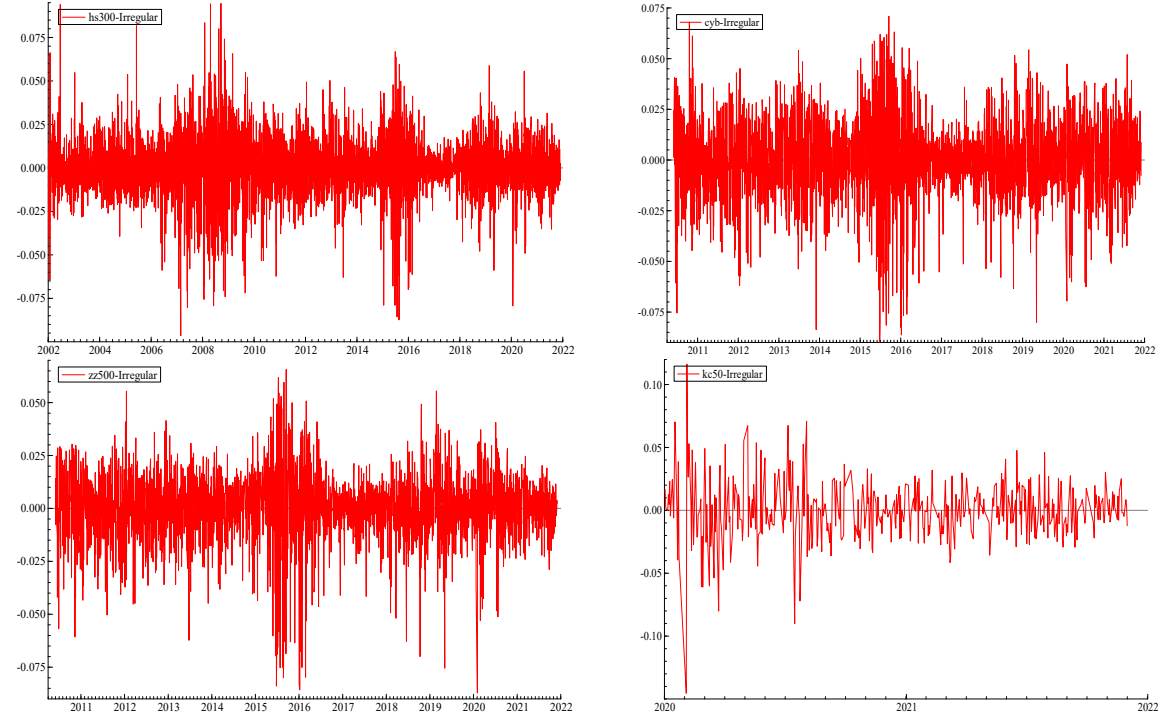


图 1.各股指收益率的残差图

由于时间跨度较长,各股指收益率的断点区间有所不同。以沪深 300 为例,改收益率序列断点主要集中在 05 年-10 年,15-16 年,20-21 年这三大区间。其中又分为近 80 次以日为区间的小断点,结果均为显著,文章提取了几部分持续时间长、影响较大的断点区间,如表 2 所示,并与实际金融风险进行对应分析。第三断点区间对应的全球性金融危机爆发的期间,从开始到持续影响,断点形成分布基本以月度为特点进行呈现。该断点区间造成的影响较大,持续的时间长且显著,对我国之后近几年的金融市场都造成了持续波动,是典型的水平漂移异常值 LS,即对序列将会产生永久性影响。第四断点区间为欧债危机造成我国股市大幅波动的时间段。

场间的协同效应反映,而这种协同效应最典型的表现就是溢出效应。随着我国金融市场的发展和信息一体化的逐步深入,单个金融市场的波动不仅受到历史数据的影响,还有很大一部分的波动将受到由其他金融市场的联合波动的制约[14-16]。这不仅体现在发达国家中,以我国为代表的新兴市场中的金融股市间的联合波动也十分突出。

故本文通过国内几大股指收益率的协同效应来体现各类金融市场的风险溢出效应,尤其是在各类金融危机发生以及持续阶段,即结构断点产生的风险所带来的影响。运用实证分析各股指收益率本身和相互间的波动情况,对波动较为显著且风险溢出效果较强烈的几组模型进行详细解读。

表 2.沪深 300 日收益率的结构断点区间

	第一断点区间	第二断点区间	第三断点区间	第四断点区间	第五断点区间
hs300	2002 年 1 月底***	2005 年 2 月、6 月***	2007-2009 年***	2015 年-2016 年***	2020 年 1 月***

注: ***为 1%的水平下显著

3.股指收益率的波动和风险溢出

各个金融市场间的信息联动主要通过市

3.1GARCH 模型

GARCH 模型给出了对波动性进行描述的方法,为大量的金融时间序列提供了有效的分析方法,也是较为常用和便捷的异方差序列拟合模型。投资者可以通过形成长线投资收益均值的加权平均、上期的预期方程 (GARCH 项)和在以前各期中观测到的关于波动项的信息 (ARCH 项)来预测本期的方差;如资产收

益的变化非常大,对下期方差的预期将会增加;GARCH 模型也与股票收益率等数据中观测到的波动聚集性现象一致,即收益的巨大变化经常伴随着更进一步的巨大变化[17,18]。

Bollerslev 提出 GARCH 模型从而有效模拟波动率,其中条件方差方程 GARCH(p, q):

$$H_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}^2 + \beta_1 H_{t-1}^2 + \dots + \beta_p H_{t-p}^2 \quad (5)$$

与 ARCH 模型相比, GARCH 模型中囊括了新的 α_{t-i} 项,相当于用之前的波动对今天的波动进行描述。文章选取标准 GARCH(1, 1) 模型对股指收益率进行分析, GARCH(1, 1)

模型如下:

$$H_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 H_{t-1}^2 (\alpha_1, \beta_1 \geq 0, \alpha_0 > 0, \alpha_1 + \beta_1 < 1) \quad (6)$$

3.2 实证结果

通过对各股指收益率建模并进行预处理,得到四组有效的模型检验结果,分别是沪深 300 和创业板之间的波动率研究、创业板和中证 500 之间、中证 500 和科创 50 之间以及创业板和科创 50 之间的波动率。这几组检验结果较为显著,且各模型的 Alpha[1]+Beta[1]值小于 1,较为稳定。各模型波动率仍呈现非正态波动态势,如图 2 所示,模型顺序以板块名称直接命名。

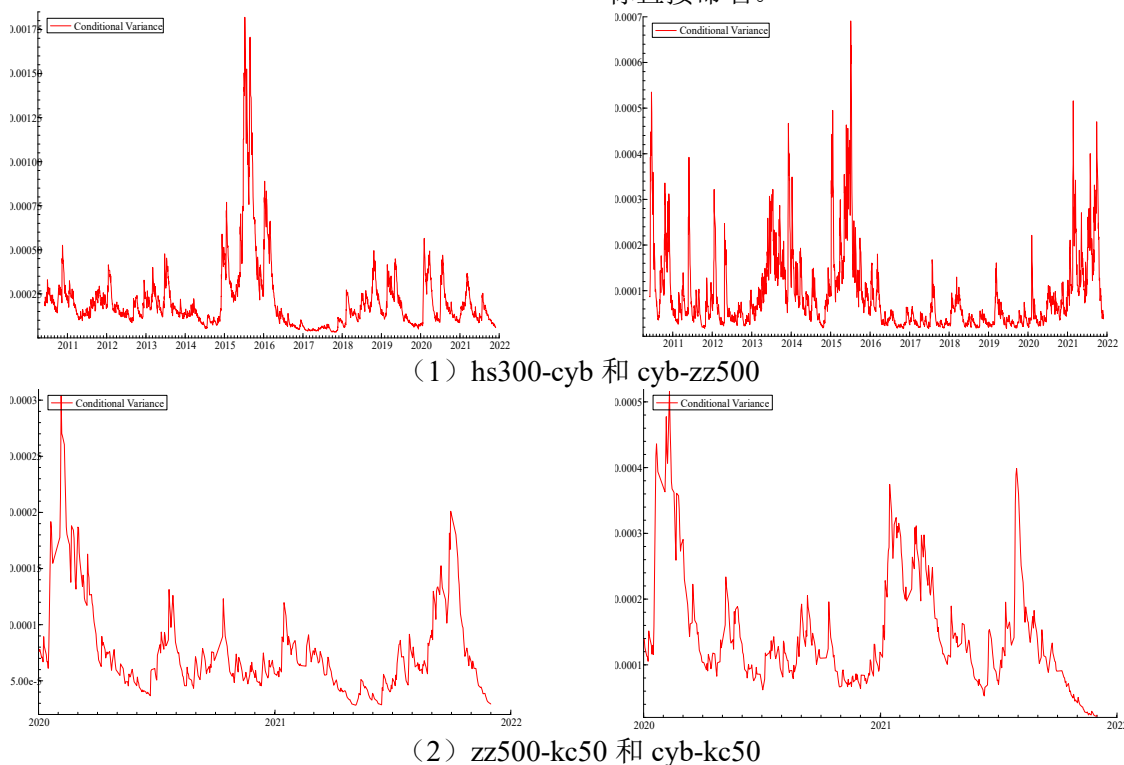


图 2.各模型的波动情况

其中四组模型的各项检验显著性都较强,表 3 给出各模型 Alpha[1]和 Beta[1]的标准差及 P 值。GARCH 模型能够很好地刻画金融资产收益率序列的波动特征和厚尾现象,主要是通过几个方面:首先是检验收益率序列是否平稳,根据自相关性建立合适的均值方程,描述收益率如何随时间变化,根据拟合的模型和实际值,得到残差序列。之后对拟合的均值方程得到的残差序列进行 GARCH 效应检验,即检验收益率围绕均值的偏差是否时大时小。若 GARCH 效应在统计上显著,则需要再设定一个波动率模型来刻画波动率的动态变化。再就是对均值方差和波动率方差进行联合估计,即假设实际数据服从前面设定的均值方差和波动率方差后,对均值方差和波动率方差中的参数进行估

计,得到估计的误差。最后即是对拟合的模型进行检验。各模型部分参数检验和显著性如表 3 和 4 所示。

表 3.各股指收益率间的波动模型的参数

	hs300-cyb	cyb-zz500	zz500-kc50	cyb-kc50
Variance(Y)	0.00020	0.00038	0.00018	0.00035
Skewness(Y)	-0.53314	-0.40486	-0.99409	-0.46840
Kurtosis(Y)	7.56541	4.83345	7.78606	3.86036
Log Likelihood	8225.884	9500.186	1565.704	1424.417
Alpha[1]+Beta[1]	0.99689	0.98495	0.96326	0.99980

表 4.各模型波动显著性

		Coefficient	Std.Error	t-prob
hs300-	ARCH(Alpha[1])	0.067302	0.015361	0.0000
cyb	GARCH(Beta[1])	0.929588	0.014965	0.0000
cyb-zz	ARCH(Alpha[1])	0.139468	0.020143	0.0000
500	GARCH(Beta[1])	0.845486	0.020466	0.0000
zz500-	ARCH(Alpha[1])	0.094747	0.027894	0.0007
kc50	GARCH(Beta[1])	0.868517	0.027902	0.0000

cyb-kc	ARCH(Alpha[1])	0.117667	0.033989	0.0006
50	GARCH(Beta[1])	0.882130	0.030983	0.0000

各模型的波动情况如图 2 所示, 图的顺序与前面模型顺序对应。板块间的波动幅度各有不同, 但大体趋势有趋同一致的表现, 具体分析如下:

(1) 沪深 300 与创业板以及创业板和中证 500

从波动情况来看, 08 年全球危机后的几年内, 两组板块间的相互波动还是较为频繁的, 但是频率相对而言不高。由于创业板和中证 500 两个板块的创立时间要晚于沪深 300, 故而主要对 10 年开始至今的十年内的波动情况进行分析。沪深 300 与创业板之间的风险溢出效应最强的部分集中在 15 年-17 年股灾期间, 两个板块间风险的波动比较剧烈, 这也对应前面沪深 300 的结构断点分析中提到的金融危机对股市波动产生的影响。之后在 20 年疫情期间还有小幅波动, 但是影响不深, 全球疫情给股市带来的冲击并不如前几次风险强烈。

不同于沪深 300 与创业板, 创业板和中证 500 之间的波动则更为频繁, 风险溢出效应更为明显, 这也从侧面说明创业板和中证 500 所包含的公司或企业的经营稳定性或者收益的持续性要弱于沪深 300 板块内的公司。

(2) 中证 500 和科创 50 以及创业板和科创 50

不同于前面的两组模型的波动情况, 由于科创板创立时间较晚, 故中证 500 与科创 50 和创业板与科创 50 基本都是体现的在疫情大背景下的板块间股指收益率的波动情况。除了 21 年初有所不同之外, 两者总体的波动幅度和趋势较为类似。

在全球疫情开始时期, 两组模型间的波动幅度较大, 此时的风险溢出较为明显。在中国疫情防控工作有序进行的前提下, 股市波动得以出现平稳的趋势。在此期间, 两组模型有了稍许不同的走向, 中证 500 和科创 50 之间的风险溢出效应在 20 年初之后的股市波动相互之间持逐步平稳的状态。但是创业板和科创板之间的溢出效应先是在 20 年初后有所下降, 然后 21 年呈现了几次大的跳跃, 两个板块间的风险溢出效应自科创板成立以来一直呈现大的波动趋势。

4. 研究结论与启示

4.1 结论

通过运用结构断点模型和 GARCH(1,1)模型对中国四个板块的股指收益率进行实证分

析, 研究表明我国股指收益率在全球金融危机和新常态经济时期有显著的结构变化, 且股指收益率结构突变所产生的金融风险在中国各板块间引发了显著的风险溢出效应。重大危机事件例如 08 年的次贷危机所引发的全球金融风险还有 10 年的欧债危机的爆发会导致股市的相依结构出现结构性断点, 尾部风险溢出效应也会增强。但是危机解除后这类现象会逐步恢复至常态。文章中对该部分的讨论主要集中在结构突变所在的区间对股指收益率变动得影响程度上, 并以时间最长的沪深 300 指数为主分析结构断点所带来的风险可能造成的影响。

我国股市一体化程度在不断提高的同时, 各板块间的波动溢出效应也更为紧密。尤其是金融危机期间, 主板市场与中小板、创业板市场之间的风险溢出效应往往在一定程度上体现出金融危机的特征。风险在各板块间呈现的溢出方式不同, 溢出方向也有所不同, 其中板块间的双向传染问题需要引起更多的重视。

4.2 启示

金融危机作为外部冲击很难准确预料到, 对于风险管理者而言, 第一, 应当加强金融监管, 重视结构断点的影响。要加强各类金融行业的管理和风险控制, 健全金融法规和强化监管力度, 从源头上对股市的波动进行有力的监管。并且重视结构断点的度量和预测, 历史数据的动态推演在一定程度上可以帮助我们分析形势并加以总结。准确分析金融市场间的风险传染关系, 这对于预警金融市场的风险和促进经济发展都有很大的帮助。

第二, 把握住实体企业, 防范金融风险的传染。在发生金融危机导致股市动荡式, 从各类实体企业入手, 在指定各类政策时要考虑全面, 避免各行业各金融板块间可能造成的金融风险传染。从市场整体角度制定宏观监管理论, 从风险源头对其进行防范和管理。应结合金融市场实际情况制定合理的金融风险预案, 进一步避免可能的风险以及风险所造成的各项损失。

第三, 增强投资者自信心, 加强信息披露的力度。避免因为投资者预期下降而导致的金融风险传染的加剧。金融危机之所以能造成剧烈的风险溢出效应, 有一部分原因来自投资者的信息不足所产生的羊群效应等心理因素, 造成金融市场的不稳定。股市的波动造成的风险溢出传染速度较快, 范围也较广, 投资者在缺乏预期的情况下较容易出现一定的跟风现象。

只有完善金融市场的建立和管理,使得各行各业在更为健康合理的空间成长,才能减少各类金融风险造成的损失。

参考文献

- [1] 朱莎,裴沛,李超宇.股指收益率结构突变、风险溢出与股市联动关系研究[J].价格理论与实践,2017,(9):84-87.
- [2] Kenourgios, D., Dimitriou, D. Contagion of the global financial crisis and the real economy: a regional analysis? [J]. Economic Modelling, 2015(44).
- [3] Forbes, K., Rigobon, R., No contagion, only interdependence: measuring stock market co-movements. [J] Journal of Finance, 2002, 57 (5).
- [4] Didier, T., Love, I., Peria, M. S. M. (). What explains comovement in stock market returns during the 2007-2008 crisis? [J]. International Journal of Finance & Economics, 2012, 17(2).
- [5] Duncan, A. S., Kabundi, A. Global financial crises and time-varying volatility comovement in world equity markets.? [J]. South African Journal of Economics, 2015, 82(4).
- [6] 李红权,洪永淼,汪寿阳.我国A股市场与美股、港股的互动关系研究:基于信息溢出视角[J].经济研究,2011,46(8):15-25+37.
- [7] 方意.主板与中小板、创业板市场之间的非线性研究:“市场分割”抑或“危机传染”? [J].经济学(季刊),2016,15(1):373-402.
- [8] 薛襄稷,严玉华.中小板、创业板与主板市场关联性分析[J].东北财经大学学报,2012,(3):66-70.
- [9] 王联欣,高爽,王颖.主板、中小板和创业板之间的溢出关系研究——基于流动性调整的VAR-BEKK-GARCH模型[J].重庆理工大学学报(自然科学),2017,31(9):193-199.
- [10] 郭文伟,张翼凌,杨姣姣.全球股市相依结构突变性及其尾部风险溢出效应研究——兼评我国内地股市的国际影响力[J].中央财经大学学报,2020,(12):22-36.
- [11] Bai J, Perron P. Estimating and testing linear models with multiple structural changes [J]. Econometrica, 1998, 66(1).
- [12] Bai J, Perron P. Computation and analysis of multiple structural change models [J]. Journal of Applied Econometrics, 2003, 18(1).
- [13] Perron P. The great crash, the oil price shock and the unit root hypothesis [J]. Econometrica, 1989, 57.
- [14] 陈粘,淳伟德,淳正杰,等.结构突变下股票市场风险传染预测研究[J].预测,2019,38(6):67-73.
- [15] 袁梦怡,胡迪.疫情冲击下全球股市的风险溢出效应研究[J].金融论坛,2021,26(9):36-48.
- [16] 郭文伟,何洁,沈明浩.全球股市的依存结构与风险传染研究[J].金融监管研究,2021,(5):80-97.
- [17] 叶青.基于GARCH和半参数法的VaR模型及其在中国股市风险分析中的应用[J].统计研究,2000,(12):25-29.
- [18] 邹建军,张宗益,秦拯.GARCH模型在计算我国股市风险价值中的应用研究[J].系统工程理论与实践,2003,(5):20-25+135.