

Circuit Breaker and Market Volatility: A Theoretical Perspective

Avanidhar Subrahmanyam

141292018 桑梓洲



Avanidhar Subrahmanyam

中国移动 下午9:49 64%
< 返回 南京大学工程管理学院 ...

动态 | 我院李心丹教授团队
论文被国际顶级金融学期刊
JFE录用

(原创) 2017-05-22 sme

南京大学工程管理学院

- 假如交易者是风险厌恶者，那么交易过程中就会出现不同的情况。**Subrahmanyam(1991)** 研究了风险厌恶对市场交易的影响，他论证在交易者是风险厌恶者的情况下市场流动性会下降。

子凡

● ●●●●

近日，南京大学工程管理学院李心丹教授、杨学伟副教授与美国加州大学（UCLA）Anderson管理学院Avanidhar Subrahmanyam教授合作撰



引子



引子



引子





引子

■ 中国股市熔断机制案例

2016年A股开盘第一天就比较特别，由于实施熔断新政，开市后的2天时间里，市场发生了4次熔断，其中两次触发了5%的熔断阈值，两次触发7%的熔断阈值，导致两次提前休市。第一次1月4日当天仅交易了140分钟，第二次1月7日全天仅交易了15分钟。这是我国A股20多年历史上绝无仅有的奇葩事件，不亚于美国灾难片中描述的场景，整个市场千股跌停，哀鸿遍野，满目疮痍……（来源：网易）

■ 美国从1988年实行熔断机制至今，只有1997年10月27日实行了一次熔断机制



引子

熔斷

第二季

2016

1月7日火爆热映

片长：900秒

首场票房

1800亿元

导演：China

制片：中国证监会

主演：上交所 深交所 中金所

演员：China散户

@李俊Peter
weibo.com/dagang



引子

热烈祝贺

A股熔断机制

首日测试成功





文章结构

- 0.摘要与引言
- 1.单期单市场模型
- 2.单市场的跨时期模型
- 3.双期双市场模型
- 4.总结与结论





摘要

- 本文主要研究了熔断机制的事前效应。作者发现，熔断机制会引起参与者提前进行次优交易，而这会增大价格波动及恶化价格移动。作者接下来考虑了引发一个（流动性更强的）主导市场和一个卫星市场共同熔断的机制。当参与者从主导市场转向卫星市场，前者的价格波动、流动性减弱而后者增强。





I. The Model

■ 单期单市场

■ Assumptions:

- 三类参与者：风险厌恶的竞争性做市商，知情与非知情交易商
- 1期价格与0期公开价格的关系： $F = \bar{F} + \varepsilon$ ，其中 $\varepsilon \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$
- 知情交易商数量 n ，确切知道 ε 的值
- 非知情交易商需求 $z \sim N(0, \sigma^2)$ ，其中 z, ε 不相关
- 做市商风险厌恶系数为 R ，具有均值-方差形式的效应函数

■ 极端价格波动背景下，对做市商风险厌恶的假设是十分合理的





I. The Model

- 考虑单个做市商，其效用函数可写成 $E[\text{payoff}] - \frac{R}{2} \text{Var}[\text{Payoff}]$
设总委托单流为 Q ，则其效用函数变为：

$$E[Q(P - F)|Q] - \frac{R}{2} \text{var}[Q(P - F)|Q]$$

- 采用线性定价规则 $P = \bar{F} + \lambda Q$
- 对每个知情交易商，其订单数量 $y = \beta \varepsilon$ ，目标 $\max_{\beta} E[(F - P)y | \varepsilon]$
市场总委托单 $Q = n\beta\varepsilon + z$ ，又 $P = \bar{F} + \lambda Q$ ，得 $\beta = \frac{1}{(n+1)\lambda}$
- 方便起见令做市商效用为0，解方程得：

$$\lambda = \frac{R\sigma_{\varepsilon}^2}{4} + \left[\left(\frac{R\sigma_{\varepsilon}^2}{4} \right)^2 + \frac{n\sigma_{\varepsilon}^2}{(n+1)^2\sigma^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$





I. The Model

- 其中 λ 是贯穿全场的流动性参数 $\lambda = f(-\sigma^2, +R, n, \sigma_\varepsilon^2)$
- 贯穿全场另外的三个指标：价格波动、定价效率及交易量

$$\text{var}(P) = \frac{n\sigma_\varepsilon^2}{n+1} + \frac{R^2\sigma_\varepsilon^4}{8}\sigma^2 + \frac{R\sigma_\varepsilon^2}{2} \left[\frac{R^2\sigma_\varepsilon^4}{16}\sigma^4 + \frac{n\sigma_\varepsilon^2}{(n+1)^2}\sigma^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

所以有 $R \neq 0, \text{Var}[P] = f(+\sigma^2)$

- 定价效率

$$\Gamma = \frac{1}{\text{Var}[\varepsilon | Q]} = \frac{\frac{n^2\sigma_\varepsilon^2}{(n+1)^2\lambda^2} + \sigma^2}{\sigma_\varepsilon^2\sigma^2}$$

故 $R \neq 0, \Gamma = f(-\sigma^2)$





I. The Model

■ 交易量：用标准差衡量

$$V \equiv V_I + V_L + V_M = std(I) + std(z) + std(Q)$$

➤ 对于知情交易者 $I = n\beta\varepsilon$ ，流动性交易者 $Var[z] = \sigma^2$

市场总波动 $Var[Q] = Var[I] + Var[L]$ 即 $V_M = \sqrt{V_I^2 + V_L^2}$

■ 因表达式不够直观，只简述结论如下：

➤ 当 σ^2 增大， V_L 显然增大， V_I 也增大，两部分共同导致 V_M 增大

➤ 直觉上，非知情交易者数量增加导致价格波动变大，掌握信息的知情交易者交易会更激进地进行交易以获取更多利润



II. An Intertemporal Model

■ A. 两阶段模型

■ Assumptions:

- 对阶段1,2非知情交易有 $l_1 \sim N(0, \sigma_1^2)$, $l_2 \sim N(0, \sigma_2^2)$
- 阶段2信息 ε 被公开, 知情交易者只在阶段1交易
- 两时期各对应一组竞争性做市商, 满足均值-方差效用函数

■ Linear Pricing:

- $P_1 = \bar{F} + \lambda_1 Q_1$
- $P_2 = \bar{F} + \lambda_{12} Q_1 + \lambda_2 Q_2$



II. An Intertemporal Model

■ 令做市商效用函数等于0，解得：

$$\lambda_{12} = \frac{t\sigma_{\varepsilon}^2\sigma_2^2}{(t^2\sigma_{\varepsilon}^2 + \sigma_1^2)\sigma_2^2 - \sigma_{12}^2} \quad (11)$$

■ 当 $\sigma_{12} = 0$ 时，即 l_1, l_2 不相关时，(11)式即为 Kyle(1985) 模型。其中 λ_{12} 体现了逆向选择， λ_2 体现了存货效应

$$\lambda_2 = \frac{\frac{R}{2}\sigma_{\varepsilon}^2[\sigma_1^2\sigma_2^2 - \sigma_{12}^2] - t\sigma_{\varepsilon}^2\sigma_{12}}{(t^2\sigma_{\varepsilon}^2 + \sigma_1^2)\sigma_2^2 - \sigma_{12}^2} \quad (12)$$

其中 $t = \frac{n}{(n+1)\lambda_1}$



II. An Intertemporal Model

- **B.非知情策略交易者**
- 最优交易策略的确定：集中交易还是跨期交易
- 根据Admati and Pfleiderer(1988)将非知情交易者分为策略交易者(Discretionary traders)和噪声交易者(Nondiscretionary traders)
- **Assumptions:**
 - 大机构拆单：外生需求 $2l$ 均等拆分，其中每一期需求 $l \sim N(0, \sigma_l^2)$
 - 噪声交易者： i 期噪声交易者数量独立同分布 $z_i \sim N(0, \sigma_z^2)$ ($i=1,2$)
 - l, z_i, ε 互不相关
 - 市场中所有参与者会根据策略交易者改变策略(σ_l^2 变化)而做出调整



II. An Intertemporal Model

■ Equilibrium:

- 最小化交易成本
- 用流动性参数 λ 刻画成本
- 跨期: $E[(P_{1s} - F)l + (P_{2s} - F)l] = (\lambda_{1s} + \lambda_{12s} + \lambda_{2s})\sigma_l^2$
- 集中1期: $E[(P_{1s} - F)2l] = 4\lambda_{1f}\sigma_l^2$
- 集中2期: $E[(P_{2d} - F)2l] = 4(\lambda_{12d} + \lambda_{2d})\sigma_l^2$
- λ 由前式可推(需要对 σ^2 加以变换)
- 比较3种策略取最小值

■ 结论: 单一均衡下, 策略型交易商**选择分期**交易而非集中交易



II. An Intertemporal Model

■ C. 熔断机制

■ 考虑可能的交易中中断下的最优策略

■ Assumptions:

- 价格低于 ρ_1 或高于 ρ_2 市场关闭，直到信息 ε 完全披露
- 因无法交易造成的损失 c

■ 跨期交易的成本=1期交易成本+2期期望交易成本+期望损失

若跨期成本 > 集中在1期成本则选择集中交易，即：

$$\lambda_{1s} \sigma_l^2 + (\lambda_{2s} + \lambda_{12s}) \sigma_l^2 \left[1 - N\left(\frac{\rho_1 - \bar{F}}{\text{std}(P_{1s})}\right) - N\left(\frac{\bar{F} - \rho_2}{\text{std}(P_{1s})}\right) \right] + \left[N\left(\frac{\rho_1 - \bar{F}}{\text{std}(P_{1s})}\right) + N\left(\frac{\bar{F} - \rho_2}{\text{std}(P_{1s})}\right) \right] c > 4\lambda_{1f} \sigma_l^2$$



II. An Intertemporal Model

- 直观上，若上式成立，更多的交易者会从原本的跨期策略转到1期集中交易，从而增大1期市场的交易量、流动性以及价格波动，降低定价效率
- 而熔断机制的出台恰恰是在极端价格波动的环境下，证券价格越接近临界值会以更大的概率吸引交易者交易，从而进一步增大触及熔断点的概率，比正常市场更快达到熔断价格
- 适得其反



II. An Intertemporal Model



III. A Multimarket Model

- 美国熔断机制：NYSE熔断则所有交易所停止交易，而小交易所则没有独立熔断机制
- 双市场模型：主导(Dominant)市场和卫星(Satellite)市场
- A.考虑市场间的最优交易策略
- **Assumptions:**
 - 两个市场上有同只证券，靠知情交易者而不是套利者联系起来
 - 非知情策略型交易商，两个阶段各有不同的外生需求 $l_i \sim N(0, \sigma_l^2)$
 - 每期选择一个市场进行交易，不存在跨期交易
 - 市场 i 阶段 j 噪声交易者数量 $z_{ij} \sim N(0, \sigma_{zi}^2)$, $l_1, l_2, z_{1j}, z_{2j}, \varepsilon$ 彼此无关
 - 对方市场订单互不可见，极端价格下做市商精力集中在自身
 - 两市场做市商风险厌恶系数 R_1, R_2





III. A Multimarket Model

	m_1	m_2
p_1	λ_{1l}	γ_{1l}
p_2	λ_{2l}	γ_{2l}

- 四种策略成本如下：

$$p1m1 \ p2m1: (\lambda_{1l} + \lambda_{2l})\sigma_l^2$$

$$p1m1 \ p2m2: (\lambda_{1l} + \gamma_{2l})\sigma_l^2$$

$$p1m2 \ p2m1: (\gamma_{1l} + \lambda_{2l})\sigma_l^2$$

$$p1m2 \ p2m2: (\gamma_{1l} + \gamma_{2l})\sigma_l^2$$

- 由于 l_1, l_2 不相关, $\lambda_{12l} = \gamma_{12l} = 0$

- 假设 m_1 为 **NYSE**, 考虑其地位和拥有的众多机构投资者, 不难有: $\sigma_{z1}^2 > \sigma_{z2}^2$, $R_1 < R_2$ 从而有 $\gamma_{1l} > \lambda_{1l}$, 在此基础上 $\gamma_{2l} > \lambda_{2l}$ 也很大倾向成立。

- 在这些条件下, 出于成本考虑, 策略型交易商会选择主导市场 (**NYSE**) 进行交易。



III. A Multimarket Model

■ B. 熔断机制

- 若市场1价格达到下界 ρ_1 或上界 ρ_2 ，两个市场阶段2关闭
- 设 $R_1 < R_2$ ， $\sigma_{z1}^2 > \sigma_{z2}^2$ 依然成立
- 因熔断而导致的无法交易损失 c
- 设 q_l, q_w 分别为交易者分别在 m_1, m_2 交易而导致 m_1 熔断的概率

$$\text{则 } q_l = N\left(\frac{\rho_1 - \bar{F}}{s_l}\right) + N\left(\frac{\bar{F} - \rho_2}{s_l}\right) \quad q_w = N\left(\frac{\rho_1 - \bar{F}}{s_w}\right) + N\left(\frac{\bar{F} - \rho_2}{s_w}\right)$$

其中 s_l, s_w 分别将 $Var[P]$ 中 σ^2 替换为 $\sigma_l^2 + \sigma_{z1}^2$ 和 $\sigma_w^2 + \sigma_{z1}^2$

- 当 $c > \left[\frac{\gamma_{1l} - \lambda_{1l}}{q_l - q_w} + \lambda_{2l} \right] \sigma_l^2$ ，交易者选择去市场2交易



III. A Multimarket Model

- 当损失 c 足够大时，交易者会转而去市场2交易以减少市场1熔断进而导致所有交易暂停的几率
- 熔断机制的引入为交易者转向市场2提供了激励，与此同时市场1的部分流动性也转入市场2，这导致市场1的价格波动、流动性以及交易量减少而市场2增加，但定价效率变化尚不确定
- 作者的建议是，任一市场价格变化过大都应触发熔断，而不应仅仅是主导市场（Brady Report中的one market）
- 与II中相反的结论到底何去何从？作者认为归根结底还是需要实证研究，但考虑到重大波动环境下金融机构鲜有精力关注其他市场，所以II中的效应可能占据主导地位。



IV. Summary and Concluding Remarks

- 本文主要检验了新出台的调控工具——熔断机制在跨时期和多市场背景下的影响。
- 单市场跨期模型中，作者发现熔断机制会增大市场价格波动和价格达到熔断点的概率，尤其当价格接近熔断点的时候，而这与熔断机制的初衷恰恰相违背。
- 接下来的双市场模型只将“熔断器”设在主导市场，这具有将价格波动、流动性及交易量向卫星市场转移的效应。同时作者的分析也指出，降低价格波动未必符合最大化流动性的目标。
- 由于缺乏实证数据支持，本文仅限从理论上分析了熔断机制的影响。



The End

Thanks.

