

附录 A 时变参数向量自回归模型（TVP-VAR-SV）

首先考虑基本的 SVAR 模型：

$$Ay_t = F_t y_{t-1} + \dots + F_s y_{t-s} + \mu_t, \quad t = s+1, \dots, n \quad (1)$$

其中 $y_t = (DF, SR, MP)$ 是 3×1 维可观测向量，本文中 DF 、 SR 、 MP 分别代表数字金融、系统性金融风险 and 货币政策。 A 、 F_t 、 F_s 为 3×3 的系数矩阵， s 为滞后阶数，并将随机扰动项 μ_t 设定为递归函数。同时，令系数矩阵 A 为对角线为 1 的下三角矩阵，即：

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ \alpha_{21} & 1 & 0 \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & 1 \end{pmatrix}$$

进一步将式（1）传统 SVAR 模型转变为递归 SVAR 模型，表示为：

$$y_t = B_1 y_{t-1} + \dots + B_s y_{t-s} + A^{-1} \Sigma \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\text{其中 } \varepsilon_t \sim N(0, I_k), \quad B_i = A^{-1} F_i, \quad i=1, \dots, s, \quad \Sigma = \begin{pmatrix} \alpha_1 & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & \alpha_k \end{pmatrix}$$

进一步整理式（2），模型变换为：

$$y_t = X_t \beta + A^{-1} \Sigma \varepsilon_t, \quad X_t = I_k \otimes (y'_{t-1}, \dots, y'_{t-s}), \quad t = s+1, \dots, n \quad (3)$$

此时式（3）中参数并不具有时变性，而是固定参数，Nakajima（2011）提出时变的 TVP-VAR-SV 模型，将式（3）中参数设定为时变特征，将模型进一步拓展如下：

$$y_t = X_t \beta_t + A_t^{-1} \Sigma_t \varepsilon_t, \quad t = s+1, \dots, n \quad (4)$$

那么，式（4）为存在随机扰动项的时变参数向量自回归模型。令：

$$\alpha_t = (\alpha_{21}, \alpha_{31}, \alpha_{32})', \quad h_t = (h_{1t}, h_{2t}, h_{3t})', \quad (5)$$

其中， $h_{jt} = \log \sigma_{jt}^2$ ， $j = 1, 2, 3$ ； $t = s+1, \dots, n$ ，

因此，TVP-VAR-SV 模型中的参数服从随机游走过程，即：

$$\begin{aligned} \beta_{t+1} &= \beta_t + \mu_{\beta t} \\ \alpha_{t+1} &= \alpha_t + \mu_{\alpha t} \\ h_{t+1} &= h_t + \mu_{ht} \end{aligned} \quad \begin{pmatrix} \varepsilon_t \\ \mu_{\beta t} \\ \mu_{\alpha t} \\ \mu_{ht} \end{pmatrix} \sim \begin{pmatrix} 0, \\ \begin{pmatrix} I & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \Sigma_\beta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \Sigma_\alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \Sigma_h \end{pmatrix} \end{pmatrix} \quad (6)$$

其中， $\beta_{t+1} \sim N(\mu_{\beta 0}, \Sigma_{\beta 0})$ ， $\alpha_{t+1} \sim N(\mu_{\alpha 0}, \Sigma_{\alpha 0})$ ， $h_{t+1} \sim N(\mu_{h 0}, \Sigma_{h 0})$ ， Σ_α, Σ_h 是对角阵， Σ_β 是时变系数矩阵。

附表 1

系统性金融风险基础指标

维度	指标名称	指标含义及经济意义
----	------	-----------

金融机构	不良贷款率	指银行贷款中不良贷款占比，反映银行贷款组合中资产质量，该比例越高银行风险越大
	存款/贷款	指银行的存款总额和贷款总额的比例，该比例越高，银行抵御风险能力越强
	M2 同比增速 - M1 同比增速	反映整个国民经济中经济活动的构成
	M2 同比增速 - GDP 同比增速	反映经济运转效率，该值越大表明为促进经济增长需投入越多的货币量，该指标越大风险越大
	中长期贷款/贷款总额	反映银行贷款中，中长期贷款占总贷款的比例，该比例越高，流动性越差，风险越高
	金融业平均市盈率	反映金融行业整体估值水平，市盈率过高表明了对金融机构股价的高估，总体上该比率越大风险越高
	上市金融机构总市值同比增速	反映金融机构资产公允价值状况，体现了金融机构抵御风险能力
房地产市场	房地产开发投资完成额同比	反映房地产投资活跃程度
	商品房销售单价同比	反映商业房地产市场的价格水平
	房地产贷款余额同比增速	反映存款类金融机构对房地产业的风险暴露程度
	国房景气指数	反映全国房地产业发展景气状况
	房地产业市盈率	反映房地产行业整体估值水平，市盈率过高表明了对房地产行业股价的高估，总体上该比率越大风险越高
股票市场	上市公司总市值同比	反映股票市场的繁荣程度
	上市公司成交额同比	反映股票市场的繁荣程度
	A 股平均市盈率	反映市场上对上市公司的估值水平
	A 股平均市净率	反映市场上对上市公司的估值水平
	上证综合指数	反映我国上交所上市公司的经营状况和增长状况
	深成指数	反映我国深交所上市公司的经营状况和增长状况
	上证指数平均波动率	反映上证指数整体波动状况
	深证成指平均波动率	反映深证成指整体波动状况
利率市场	1 年期贷款利率与存款利率之差	反映存款吸收机构利息收入的变动趋势，该值越高表明存款类金融机构通过存贷款业务能获取更大经济效益
	Shibor（1 天） - Shibor（1 年）	指银行间市场隔夜拆借利率与 1 年期同业拆借利率差值，反映金融体系内部察觉到的风险水平变化，利差越大，表明金融机构更愿意持有短期资产，危机越严重
	Shibor（1 周） - Shibor（1 年）	反映我国流动性市场上长短期资金的拆借利差，利差越大代表风险越大，说明更愿意持有短期资产
	Shibor（1 周） - Libor（1 周）	反映国内和国外利率差值，利差越大表示为吸引外资所要支付的利息越多

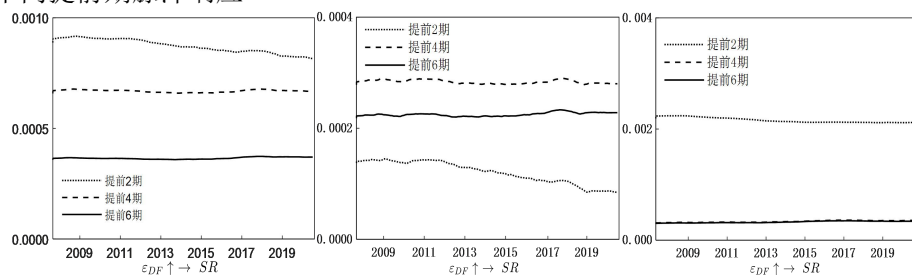
	FR001（银行间回购定盘利率）	指隔夜的银行间回购定盘利率，反映的是金融市场对短期资金需求的变化
	6 个月企业债（AAA）- 6 个月国债	反映企业债与无风险利率之间的利差，该利差越大表明投资者持有企业债券需要更高的风险溢价，风险越严重
	5 年期国债收益率 - 3 月期国债收益率	反映的是长期资产和短期资产的利差变化，差异越大，金融市场风险越高
	中债综合指数同比	反映我国债券市场价格变动趋势
外部市场	实际有效汇率指数	以人民币综合汇率指数衡量，大多数危机表现之一是本币贬值
	进出口总值同比	反映对外贸易繁荣程度，进出口总额越高，经济繁荣程度越高
	进口额当月同比	反映对外贸易繁荣程度，进口额越高，对外贸易程度越活跃
	出口额当月同比	反映对外贸易繁荣程度，出口额越高，对外贸易程度越活跃
	外汇储备同比	反映国家外汇储备能力
	外汇占款同比	反映热钱流动状况，外汇占款增高说明热钱流入较多，反之说明热钱流出速度较快

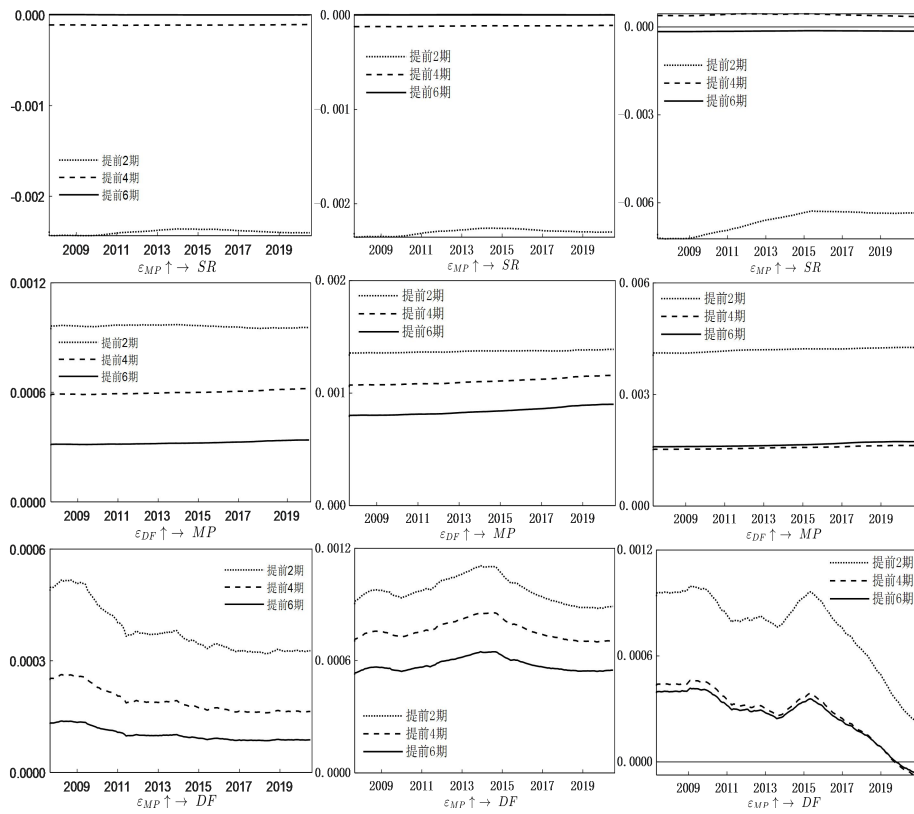
稳健性检验

（一）数字金融的稳健性检验

本部分采用更换数字金融衡量方式进行稳健性检验，脉冲响应结果如附图 1 和附图 2 所示。附图 1 和附图 2 中从左到右数字金融衡量指标依次为第三方支付与 P2P 网贷之和、第三方支付与 P2P 网贷以及余额宝三者之和、易观第三方支付规模。附图 2 中第 1 列和第 2 列观测时点分别为 2013 年 1 月、2018 年 7 月以及 2020 年 1 月，第 3 列观测时点分别为 2013 年 1 月、2018 年 7 月以及 2020 年 11 月。从图中可以看出，总体上脉冲响应与基准回归保持一致，证明了本文结论具有稳健性。

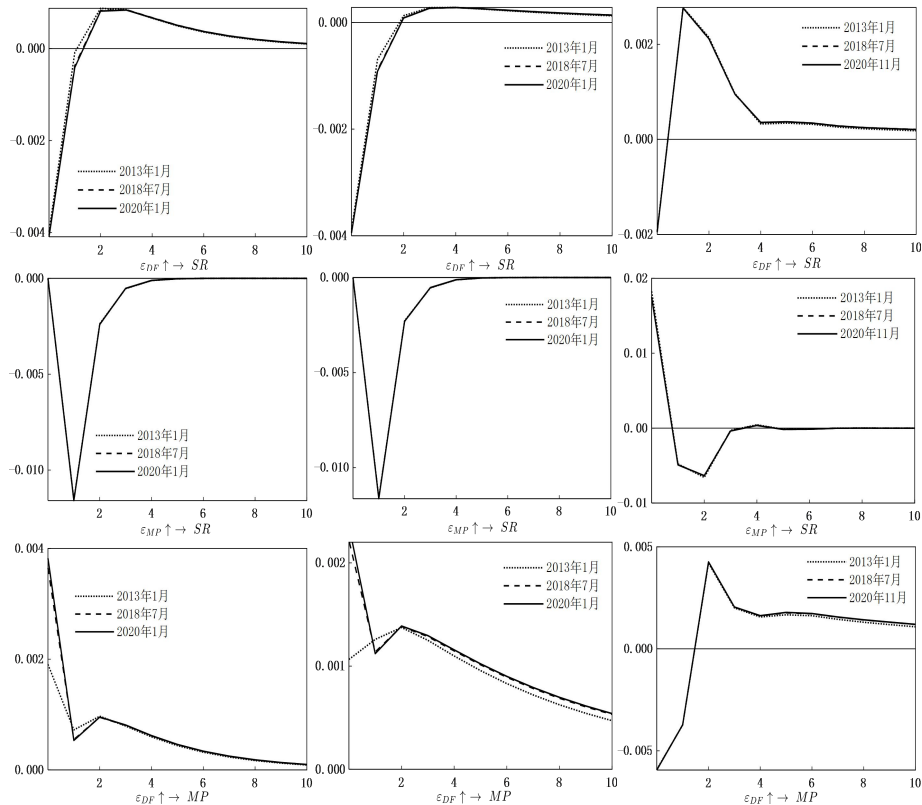
1. 不同提前期脉冲响应

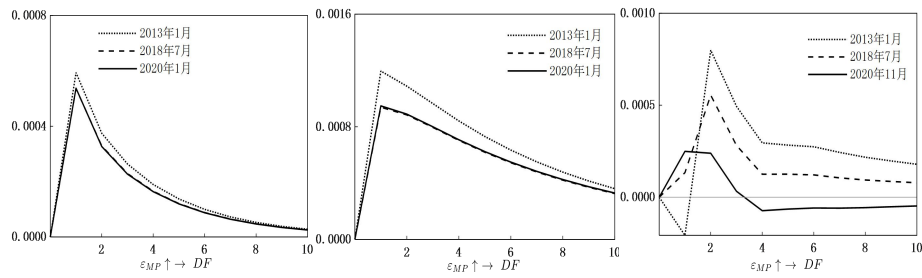




附图 1 不同提前期脉冲响应稳健性检验（数字金融）

2. 不同时点脉冲响应



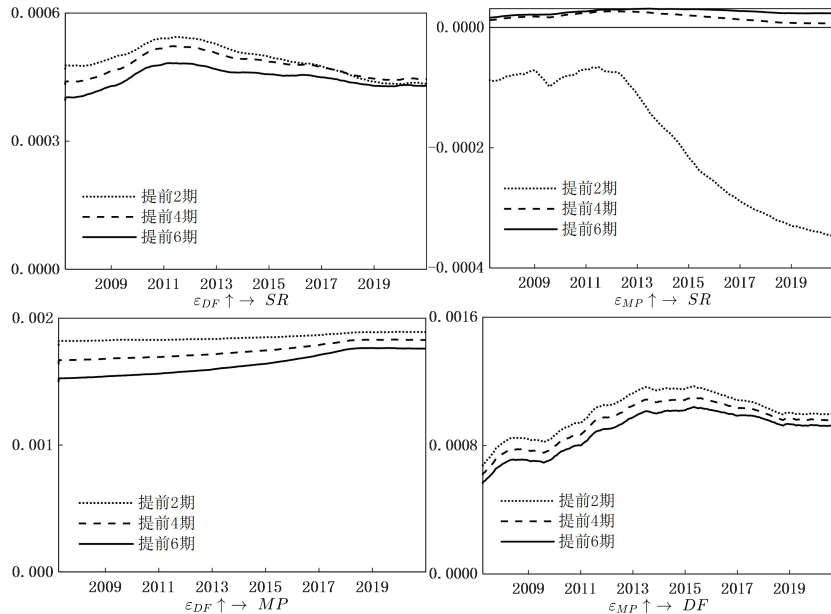


附图 2 监管差异下脉冲响应稳健性检验（数字金融）

（二）系统性金融风险的稳健性检验

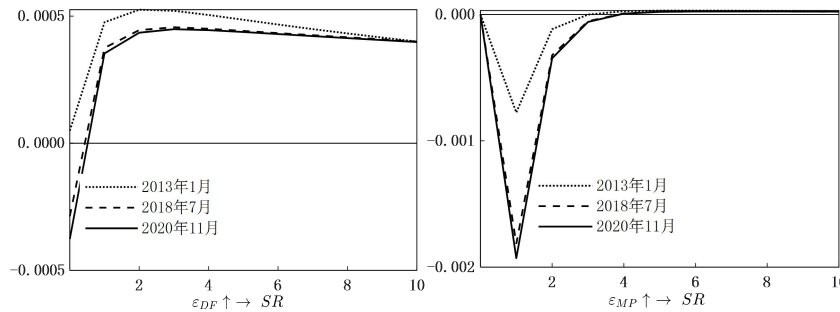
本部分进一步采用 TVP-VAR-SV 方差分解法（Antonakakis 等，2020）构建跨部门的风险总溢出指数作为我国系统性金融风险的衡量指标，并进行稳健性分析。附图 3 和附图 4 分别报告了三个不同提前期和数字金融三个不同监管强度时点上脉冲响应的稳健性检验。总体上脉冲响应与基准回归保持一致，证明了本文结论具有稳健性。

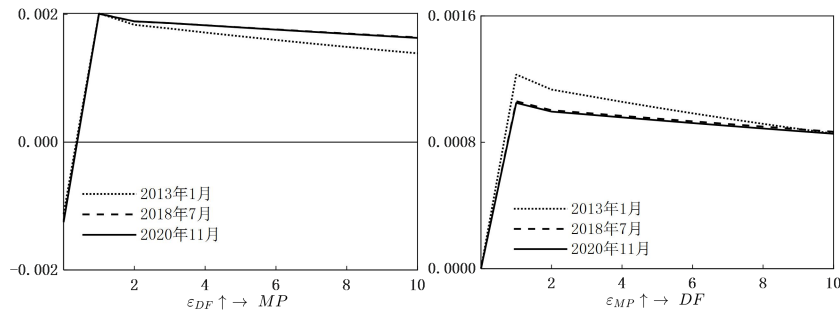
1. 不同提前期脉冲响应



附图 3 不同提前期脉冲响应稳健性检验（系统性金融风险）

2. 不同时点脉冲响应



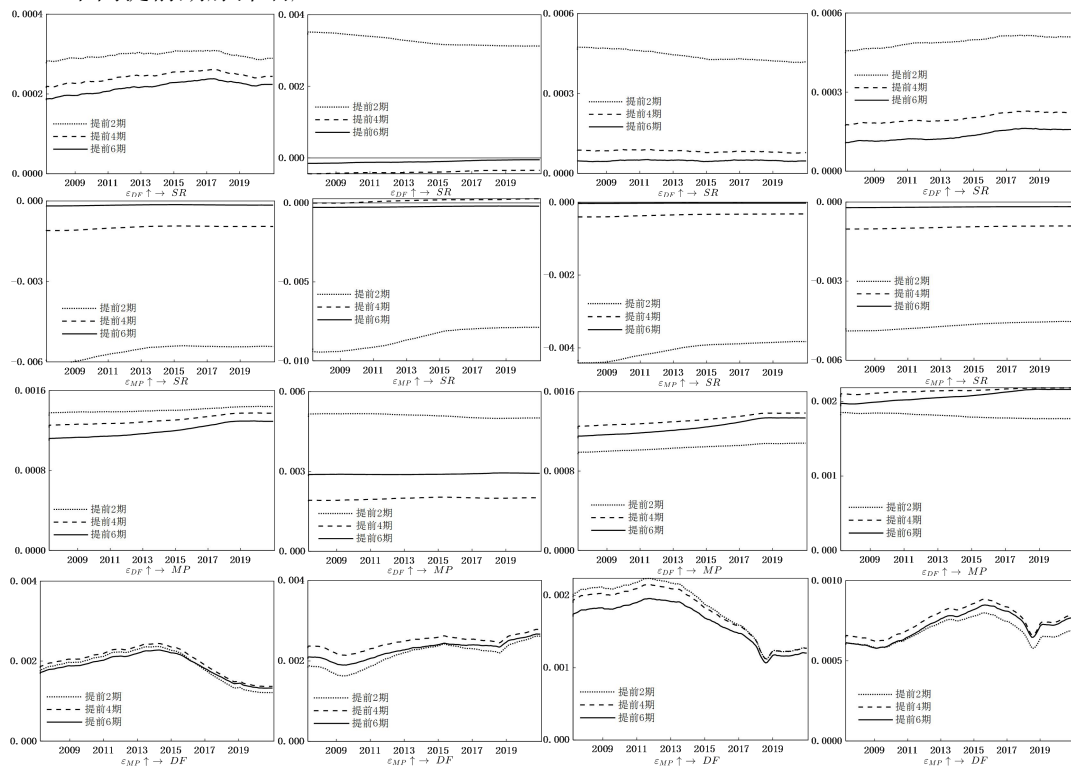


附图 4 监管差异下脉冲响应稳健性检验（系统性金融风险）

（三）货币政策的稳健性检验

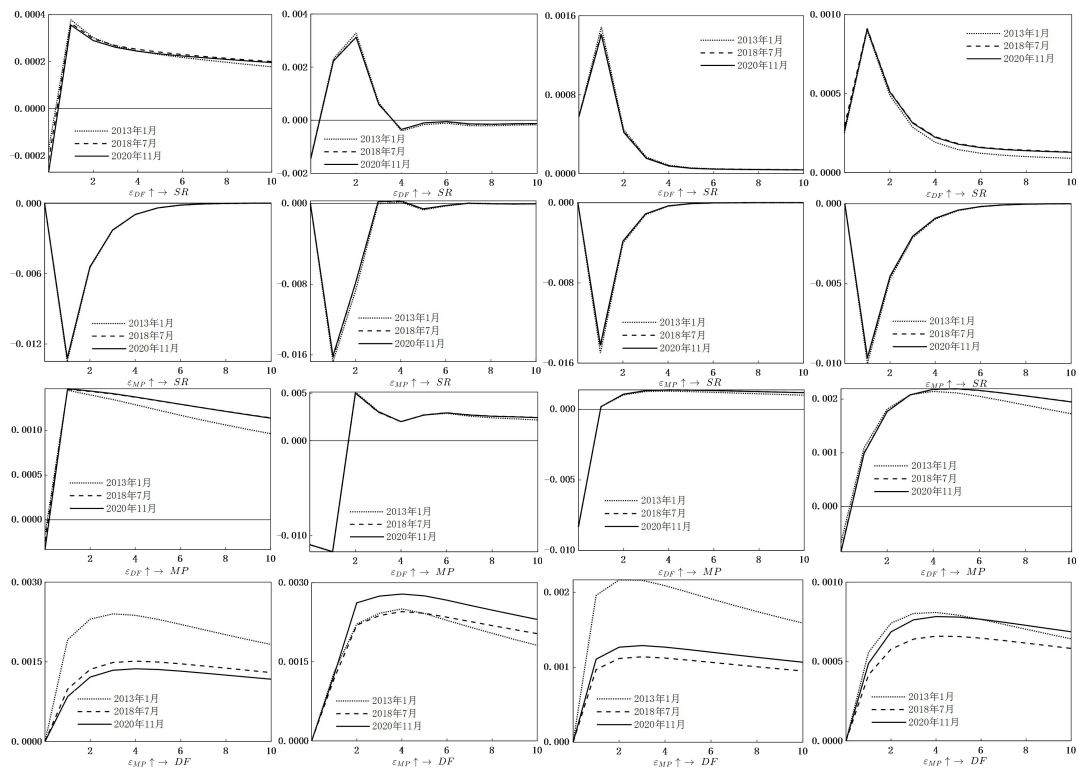
本文进一步通过替换 TVP-VAR-SV 中货币政策的衡量指标进行稳健性检验，分别使用银行间隔夜拆借利率（*Shibor1d*）、银行间 2 周拆借利率（*Shibor2W*）、银行间 1 月拆借利率（*Shibor1M*）、以及银行间 3 月拆借利率（*Shibor3M*）作为货币政策的衡量指标。附图 5 和附图 6 分别报告了不同提前期和不同监管强度时点上脉冲响应的稳健性检验。附图 5 和附图 6 中从左到右货币政策衡量指标依次为 *Shibor1d*、*Shibor2W*、*Shibor1M*、*Shibor3M*。总体上脉冲响应与基准回归保持一致，证明了本文结论具有稳健性。

1. 不同提前期脉冲响应



附图 5 不同提前期脉冲响应稳健性检验（货币政策）

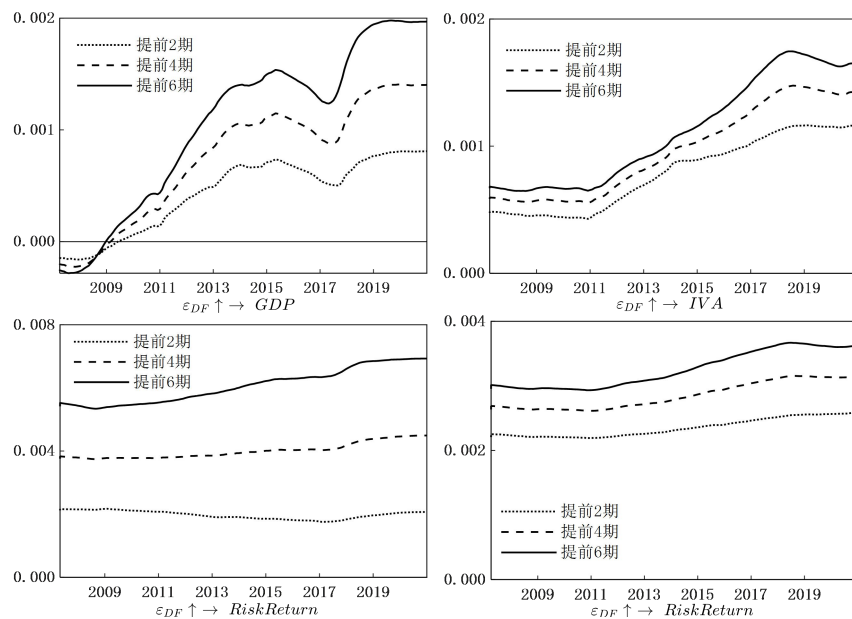
2. 不同时点脉冲响应



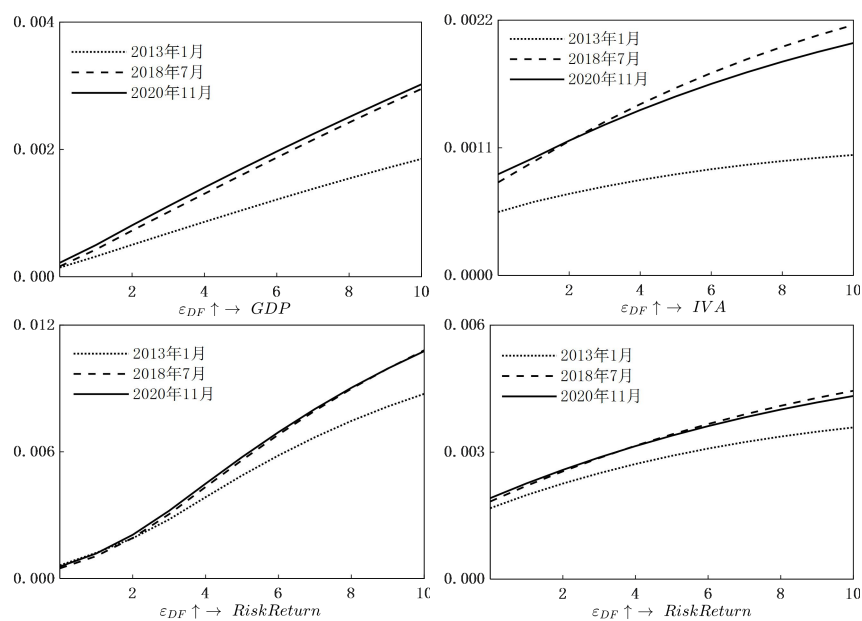
附图 6 监管差异下脉冲响应稳健性检验（货币政策）

基于权衡思想的进一步研究

附图 7 和附图 8 分别报告了不同提前期和三个不同监管强度时点上，数字金融外生冲击对经济增长和宏观风险收益率的脉冲响应曲线。



附图 7 不同提前期数字金融对经济增长和宏观风险收益率的脉冲响应函数



附图 8 监管差异下数字金融对经济增长和宏观风险收益率的脉冲响应函数