

附录

附录 1:

定义 $(np + 1) \times n$ 阶矩阵 $\Phi = [\phi_1, \dots, \phi_p, \phi_c]'$ ，可将正文式（1）表示成如下矩阵形式：

$$Y = X\Phi + U \quad (\text{附-1})$$

其中， Y 和 U 表示 $T \times n$ 阶矩阵， X 表示 $T \times (np + 1)$ 阶矩阵，具体形式如下：

$$Y = \begin{bmatrix} y_1' \\ \vdots \\ y_T' \end{bmatrix}, X = \begin{bmatrix} x_1' \\ \vdots \\ x_T' \end{bmatrix}, x_t' = [y_{t-1}', \dots, y_{t-p}', 1], U = \begin{bmatrix} u_1' \\ \vdots \\ u_T' \end{bmatrix} \quad (\text{附-2})$$

可得似然函数：

$$\begin{aligned} f(Y|\Phi, \Sigma) &\propto |\Sigma|^{-T/2} \exp\left\{-\frac{1}{2} \text{tr}[\Sigma^{-1} \hat{S}]\right\} \\ &\times \exp\left\{-\frac{1}{2} \text{tr}[\Sigma^{-1}(\Phi - \hat{\Phi})' X' X (\Phi - \hat{\Phi})]\right\} \end{aligned} \quad (\text{附-3})$$

其中， $\propto$ 表示正比于， tr 为矩阵的“迹”（对角元素之和）。

$\hat{\Phi} = (X'X)^{-1} X'Y$ ， $\hat{S} = (Y - X\hat{\Phi})'(Y - X\hat{\Phi})$ 。 $\hat{\Phi}$ 为 Φ 的极大似然估计， $\hat{S}$ 为残差平方和。

若 $\Phi|\Sigma, Y \sim MN(\hat{\Phi}, \Sigma \otimes (X'X)^{-1})$ ， $\Sigma|Y \sim IW(\hat{S}, T - k)$ ，则二者的联合分布服从如下形式分布：

$$(\Phi, \Sigma)|Y \sim MNIW(\hat{\Phi}, (X'X)^{-1}, \hat{S}, T - k) \quad (\text{附-4})$$

其中， MN 表示多元正态分布， IW 表示逆威沙特分布， $MNIW$ 表示多元正态逆威沙特联合分布。

较之传统 VAR 模型，MF-VAR 模型能够基于不同频率数据建立联立方程并逐一进行估计。其原理在于将低频数据看作有缺失值的高频数据，并基于状态空间模型对缺失值进行估计，从而拟合出低频数据。假设 y_m 为 $n_m \times 1$ 阶月度频率变量， y_q 为 $n_q \times 1$ 阶季度频率变量，则有 $y_t = (y_{m,t}', y_{q,t}')'$ ， $n = n_m + n_q$ 。

附表

附表 1 不同情景下 4 种金融形势指数与 *CPI* 的格兰杰因果检验

	金融形势指数 1				金融形势指数 2		
	(1)	(2)	(3)		(4)	(5)	(6)
F 统计量	$FCI_1 \rightarrow CPI$			F 统计量	$FCI_2 \rightarrow CPI$		
	23.8844***	24.1212***	22.9250***		22.7419***	23.9941***	18.0136***
	(4 × 10 ⁻⁶)	(4 × 10 ⁻⁶)	(6 × 10 ⁻⁶)		(6 × 10 ⁻⁶)	(4 × 10 ⁻⁶)	(5 × 10 ⁻⁵)
F 统计量	$CPI \rightarrow FCI_1$			F 统计量	$CPI \rightarrow FCI_2$		
	10.9593***	12.1430***	8.5870***		10.6883***	10.8367***	6.4347**
	(0.0013)	(0.0007)	(0.0042)		(0.0015)	(0.0014)	(0.0127)
F 统计量	金融形势指数 3			F 统计量	金融形势指数 4		
	$FCI_3 \rightarrow CPI$				$FCI_4 \rightarrow CPI$		
	30.5306***	31.3971***	27.3998***		15.9028***	20.1138***	9.6337***
F 统计量	(3 × 10 ⁻⁷)	(2 × 10 ⁻⁷)	(9 × 10 ⁻⁷)	(0.0001)	(2 × 10 ⁻⁵)	(0.0025)	
	$CPI \rightarrow FCI_3$			$CPI \rightarrow FCI_4$			
	12.1980***	14.0824***	8.8748***	5.7011**	12.4476***	5.0299**	
	(0.0007)	(0.0003)	(0.0036)	(0.0188)	(0.0006)	(0.0271)	

注：括号内为 P 值，列（1）、列（4）表示情景 1 下 6 指标金融形势指数的格兰杰因果检验结果，列（2）、列（5）表示情景 2 下含黄金价格 7 指标金融形势指数的格兰杰因果检验结果，列（3）、列（6）表示情景 3 下含原油价格 7 指标金融形势指数的格兰杰因果检验结果。

附表 2

宏观经济变量的平稳性检验

平稳性检验	ADF	检验形式	临界值		
变量	检验值	(C,T,L)	1%	5%	10%
季频数据的平稳性检验					
金融形势指数	-3.796***	(C,0,1)	-3.497	-2.891	-2.583
产出同比增速	-8.255***	(C,0,1)	-3.496	-2.890	-2.582
投资同比增速	-10.354***	(C,0,1)	-3.498	-2.891	-2.583
消费同比增速	-8.902***	(C,0,1)	-3.496	-2.890	-2.582
月频数据的平稳性检验					
居民消费价格指数	-3.574***	(C,0,0)	-3.452	-2.871	-2.572
商品零售价格指数	-7.759***	(C,0,1)	-3.452	-2.871	-2.572
信贷同比增速	-4.464***	(C,0,0)	-3.452	-2.871	-2.572
进口额同比增速	-4.206***	(C,0,0)	-3.450	-2.870	-2.572
出口额同比增速	-4.050***	(C,0,0)	-3.451	-2.871	-2.572
工业增加值同比增速	-7.307***	(C,0,1)	-3.451	-2.871	-2.572
发电量同比增速	-7.615***	(C,0,1)	-3.451	-2.871	-2.572
宏观先行合成指数	-4.560***	(C,0,0)	-3.451	-2.870	-2.572
M2 同比增速	-8.245***	(C,0,1)	-3.452	-2.871	-2.572
货运周转量同比增速	-5.259***	(C,0,0)	-3.450	-2.870	-2.572
房地产开发投资同比增速	-14.279***	(C,0,1)	-3.451	-2.870	-2.572
深证成指月度收益率	-4.193***	(C,0,0)	-3.451	-2.871	-2.572

注：依据施瓦茨信息准则（SIC）季频数据选择的最大滞后阶数为 12，月频数据选择的最大滞后阶数为 15；***、**、*分别表示在 1%、5%和 10%的显著性水平下拒绝原假设；(C,T,L)中的“C”表示 ADF 检验时含常数项，“T”表示含趋势项（T=0 表示不含趋势项），“L”表示滞后阶数。

附表 3

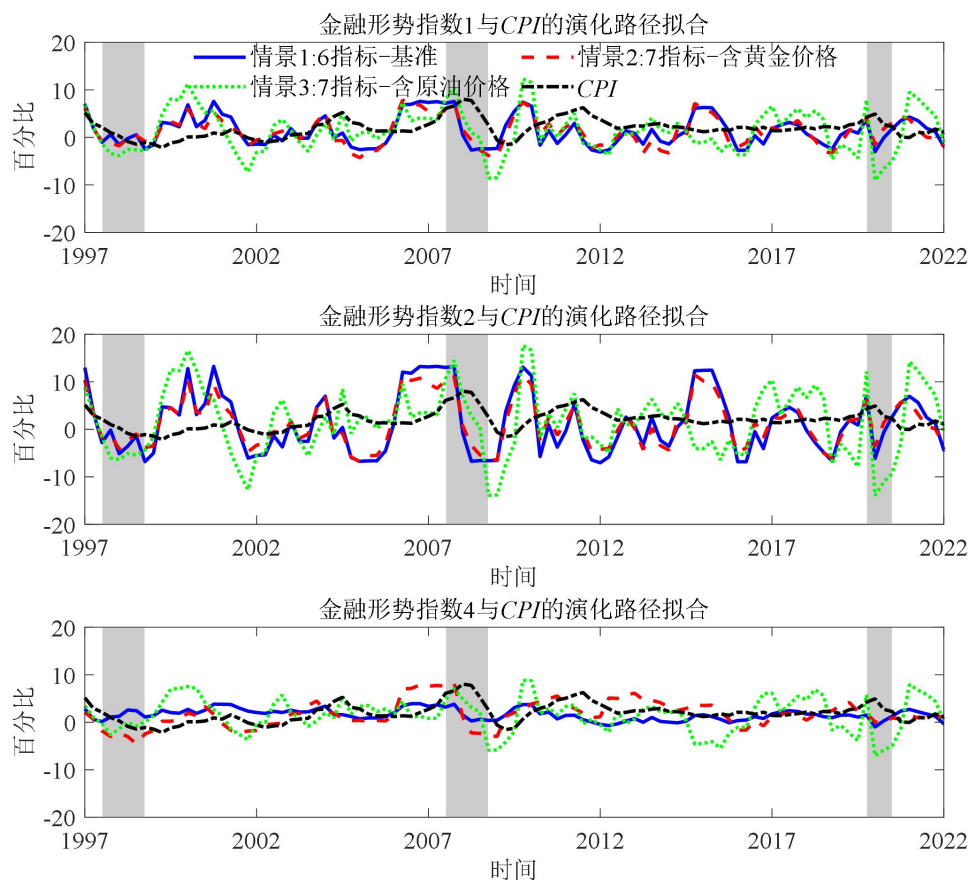
季度内不同月份蕴含的信息

变量	分组											
	M1 (“+0 Months”)				M2 (“+1 Months”)				M3 (“+2 Months”)			
	Q4	Q4	Q4	Q1	Q4	Q4	Q1	Q1	Q4	Q1	Q1	Q1
	M10	M11	M12	M1	M11	M12	M1	M2	M12	M1	M2	M3
<i>CPI</i>	√	√	√	—	√	√	√	—	√	√	√	—
<i>RPI</i>	√	√	√	—	√	√	√	—	√	√	√	—
<i>TLOAN</i>	√	√	√	—	√	√	√	—	√	√	√	—
<i>IMPORT</i>	√	√	√	—	√	√	√	—	√	√	√	—
<i>EXPORT</i>	√	√	√	—	√	√	√	—	√	√	√	—
<i>INDVALADD</i>	√	√	√	—	√	√	√	—	√	√	√	—
<i>ELEC</i>	√	√	√	—	√	√	√	—	√	√	√	—
<i>LeadingIndex</i>	√	√	√	—	√	√	√	—	√	√	√	—
<i>M2</i>	√	√	√	—	√	√	√	—	√	√	√	—
<i>FreightTransport</i>	√	√	√	—	√	√	√	—	√	√	√	—
<i>RealEstate</i>	√	√	√	—	√	√	√	—	√	√	√	—
<i>SZ</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
<i>FCI</i>	QAV	QAV	QAV	—	QAV	QAV	—	—	QAV	—	—	—
<i>GDP</i>	QAV	QAV	QAV	—	QAV	QAV	—	—	QAV	—	—	—
<i>INV</i>	QAV	QAV	QAV	—	QAV	QAV	—	—	QAV	—	—	—
<i>CONSUMP</i>	QAV	QAV	QAV	—	QAV	QAV	—	—	QAV	—	—	—

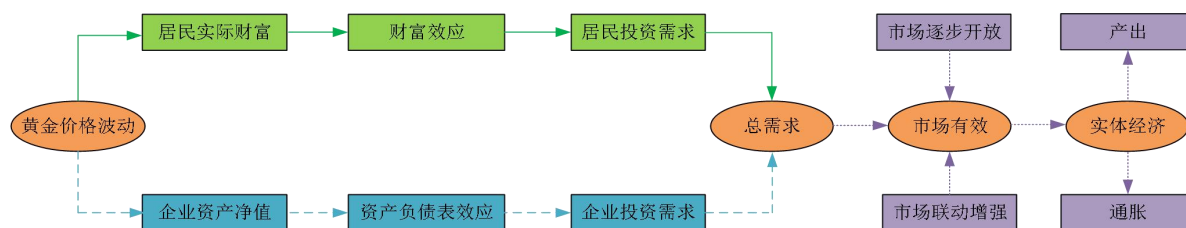
注：表中√表示月度频率观测值，QAV表示季度平均，—表示观测值缺失；M表示月份，Q表示季度。

附表 3 呈报了季度内不同月份蕴含的信息。对于月频数据而言，通常于次月发布，因而无法观测当月数据（股票收益率等金融高频数据除外），但该月之前的数据可以观测，故表中月频数据（第 5 至 16 行数据）第 5、9、13 列均为缺失值，第 2~4 列、6~8 列、10~12 列均有观测值；对于季频数据而言，通常于次季首月（即 4 月、7 月、10 月、次年 1 月）发布，因而无法观测当季数据，但该季之前的数据可以观测，故表中季频数据（第 17 至 20 行数据）第 5 列、8~9 列、11~13 列均为缺失值，其余列均有观测值。表中 2~4 列、6~8 列、10~12 列分别表示在用 1 月、2 月、3 月的数据进行当月预测。

附图

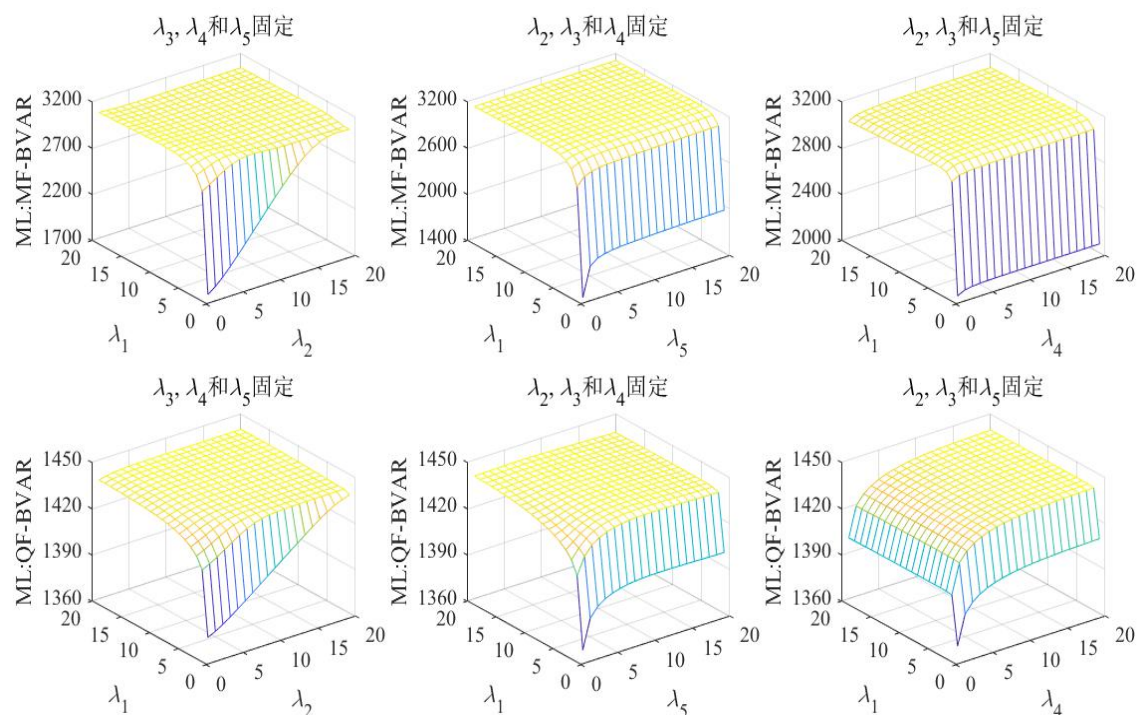


附图 1 不同情景下其他三种金融形势指数与 *CPI* 的演化路径拟合

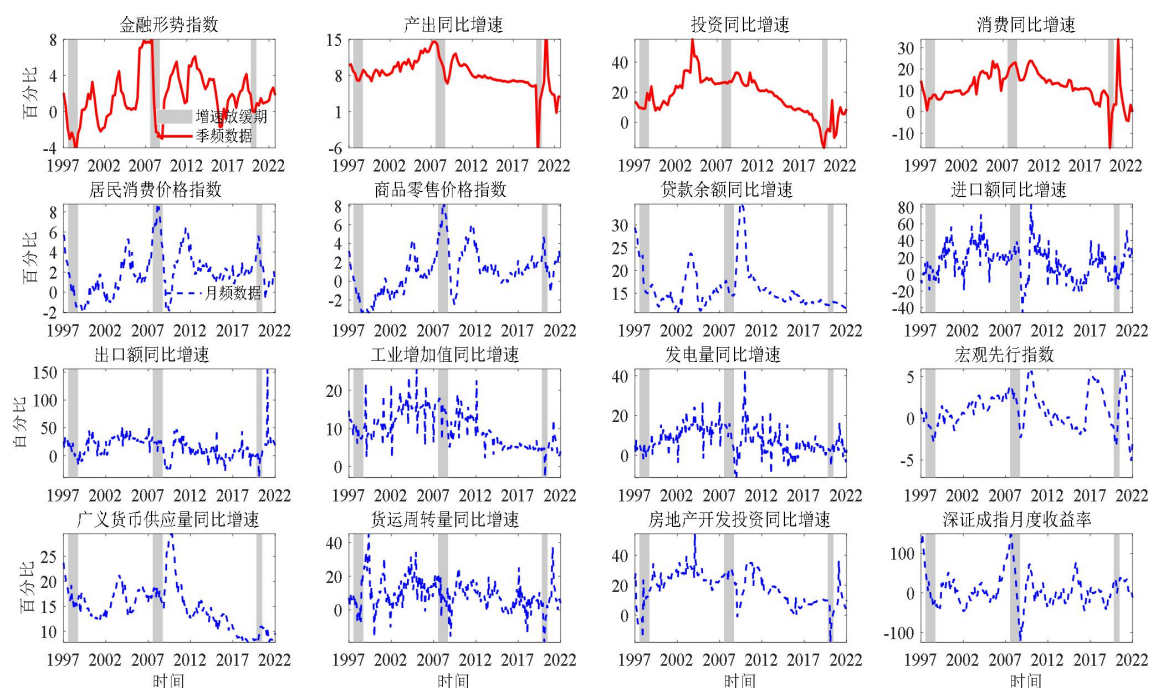


附图 2 黄金价格波动影响实体经济的理论机制

数据来源：作者基于 Goodhart 和 Hofmann（2002）梳理总结绘制。



附图3 超参数和边际似然的三维曲面图



附图4 宏观经济变量动态演进时序图

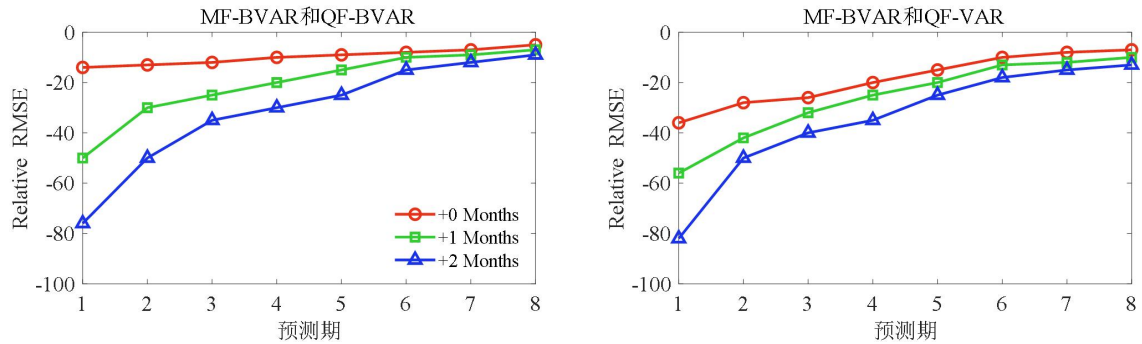
注：横轴表示时间，纵轴表示同比增速，红色实线表示季频数据同比增速，蓝色虚线表示月频数据同比增速。

宏观经济变量预测

基准模型为 16 变量 MF-BVAR 模型，囿于篇幅所限，正文中仅报告了含黄金价格的金融形势指数的预测结果。这里着重列示产出和通货膨胀两个宏观经济变量的预测结果。沿循正文的行文逻辑，产出和通货膨胀将从点预测、区间预测和密度预测三个方面予以呈现。

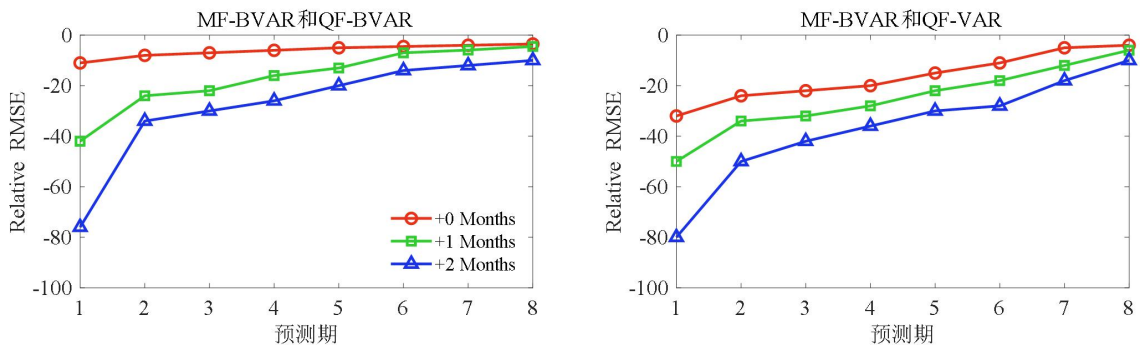
（一）点预测

1. 产出的点预测



附图 5 不同组别各预测期的相对均方根误差-产出

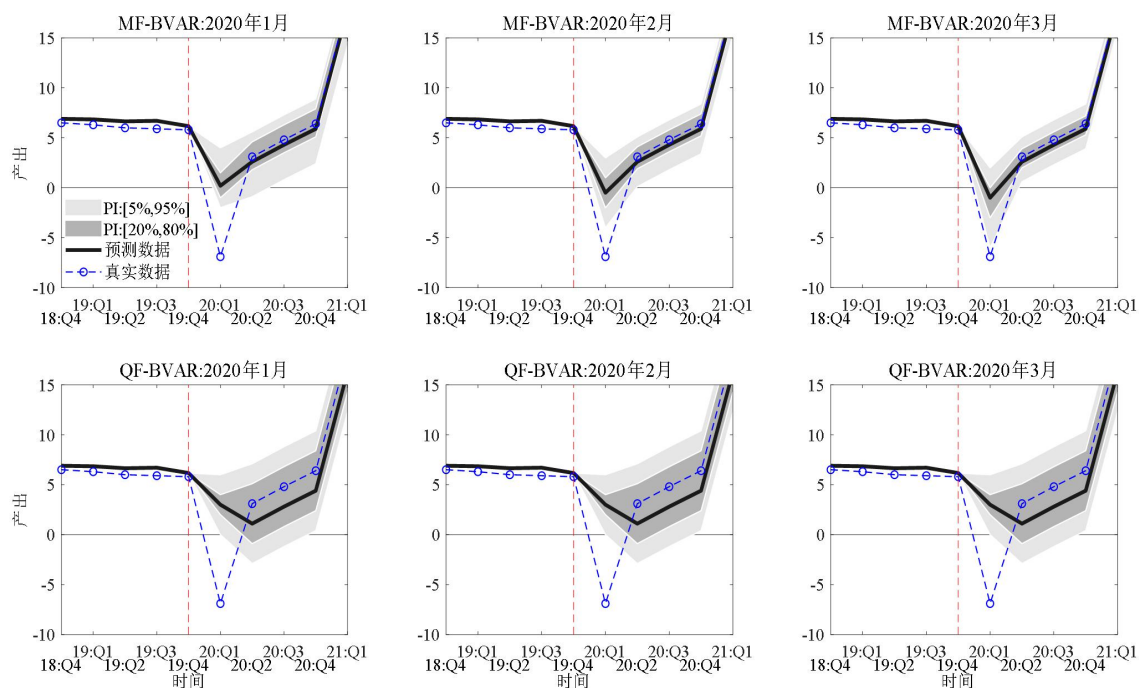
2. 通货膨胀的点预测



附图 6 不同组别各预测期的相对均方根误差-通货膨胀

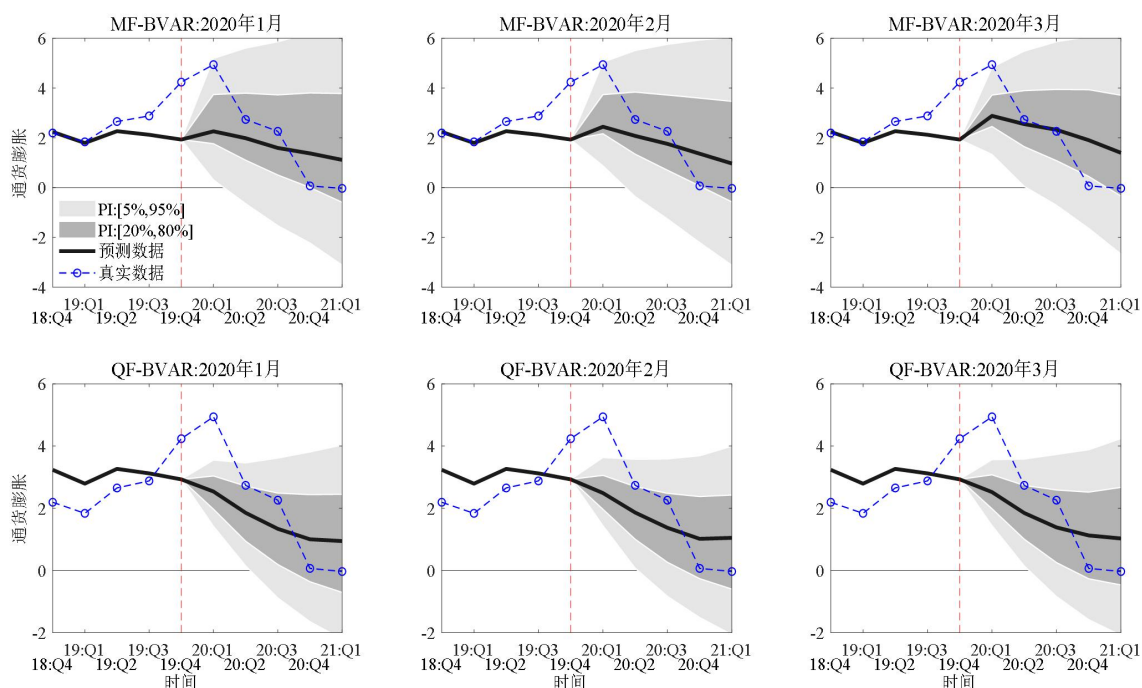
（二）区间预测

1. 产出的区间预测



附图 7 季度内不同月份的实时区间预测-产出

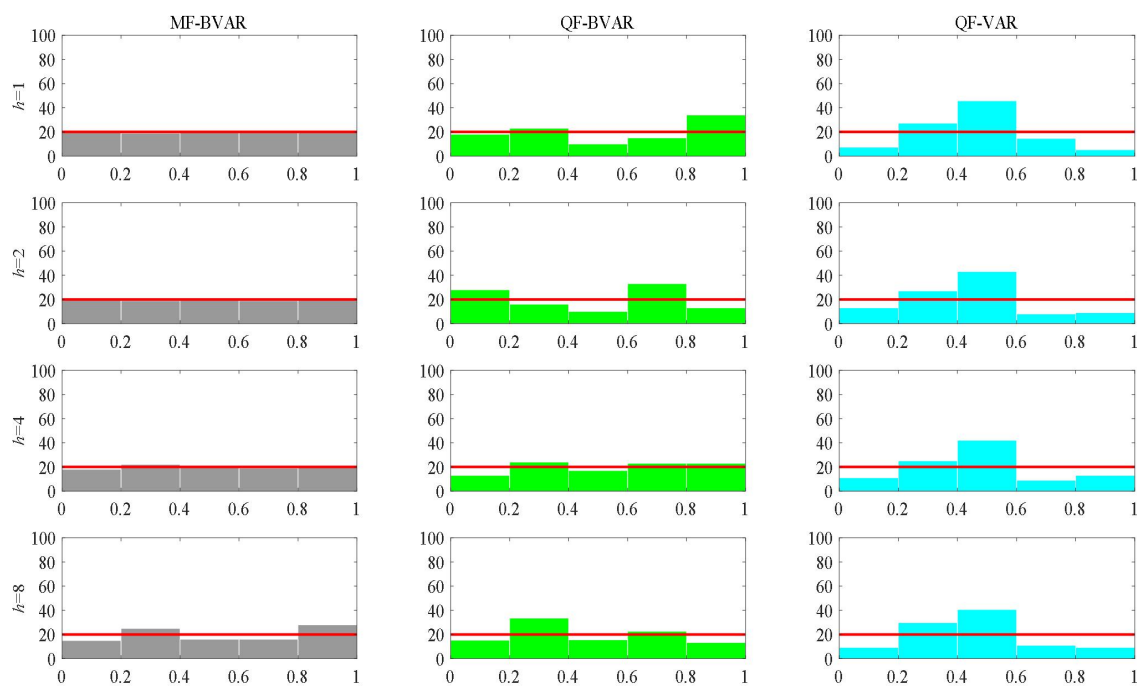
2. 通货膨胀的区间预测



附图 8 季度内不同月份的实时区间预测-通货膨胀

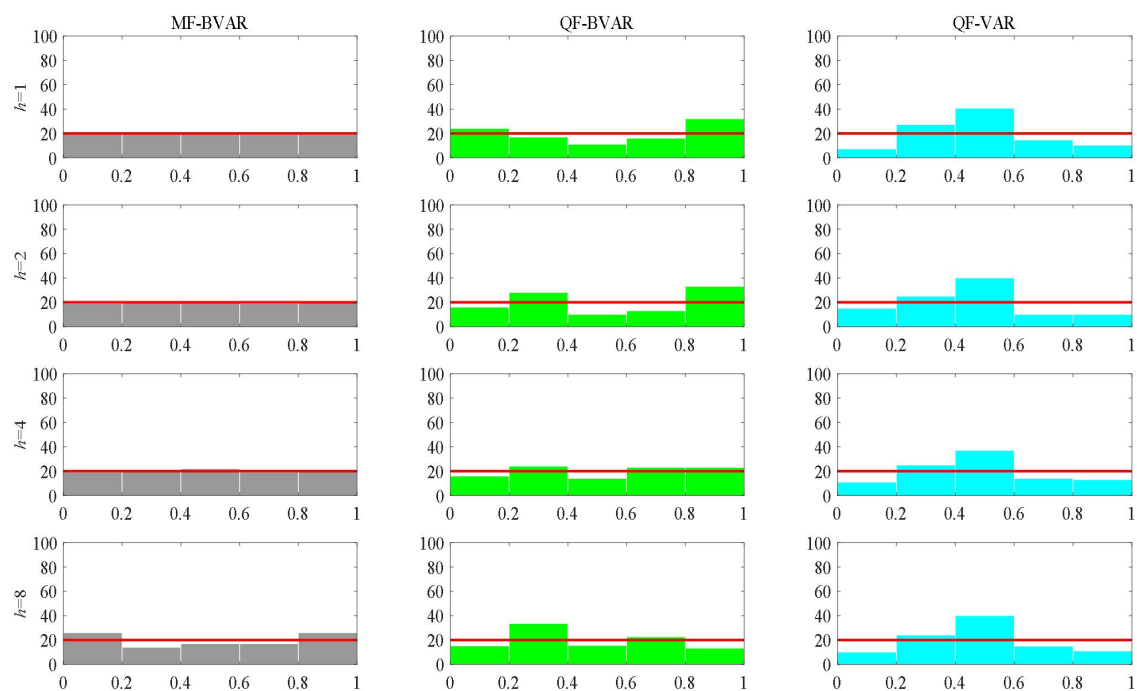
（三）密度预测

1. 产出的密度预测



附图 9 不同预测期的概率积分变换直方图-产出

2. 通货膨胀的密度预测

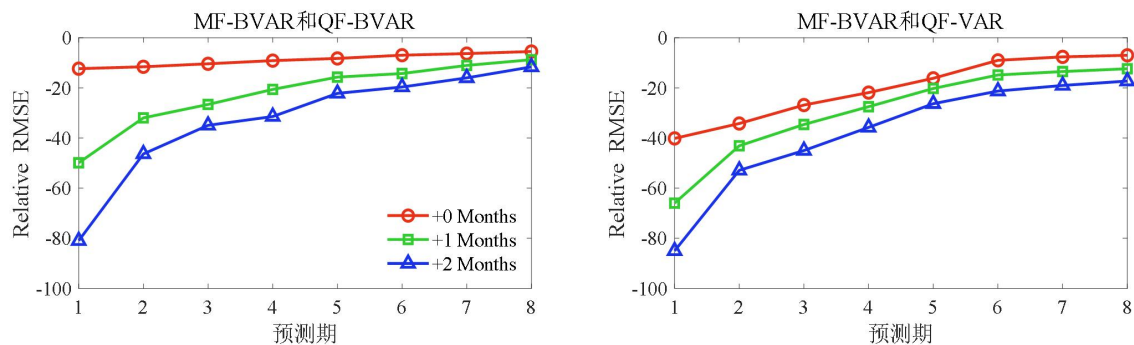


附图 10 不同预测期的概率积分变换直方图-通货膨胀

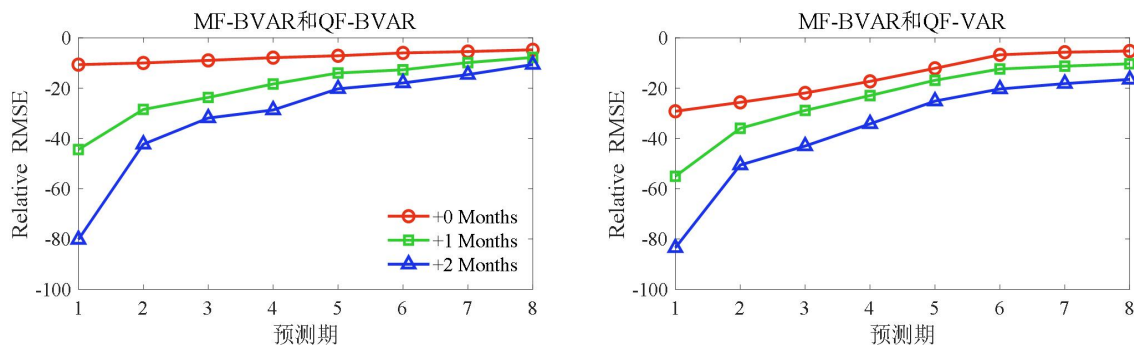
稳健性检验

考虑到模型滞后期、MCMC 抽样次数以及超参数等设定可能会对结论的稳健性产生影响，因而本文将从这三个方面（共计 6 种情形）进行探讨。具体而言，首先，基准模型将月度滞后期和季度滞后期设为 6 个月、2 个季度，这里分别设为 3 个月、1 个季度和 9 个月、3 个季度，记为“情形 1”和“情形 2”。其次，基准模型将 MCMC 抽样次数设为 20000 次，这里分别设为 10000 次和 30000 次，记为“情形 3”和“情形 4”。最后，基准模型根据参数估计结果将超参数设为 1.52、4.36、1、5.38、4.16，这里分别扩大和缩小 0.5 倍，分别设为 2.28、6.54、1、8.07、6.24 和 0.76、2.18、1、2.69、2.08，记为“情形 5”和“情形 6”。不同情形下含黄金价格的金融形势指数的点预测、区间预测以及密度预测结果与基准模型较为相似，表明本文结论具有稳健性。

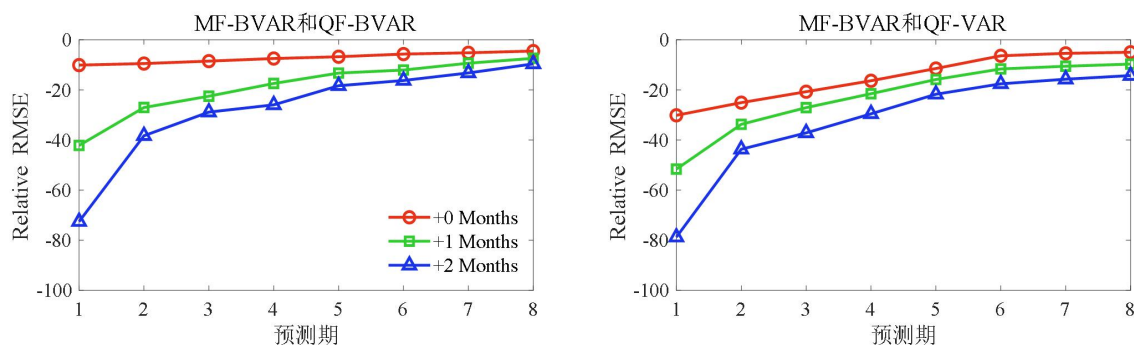
（一）不同情形下含黄金价格的金融形势指数的点预测



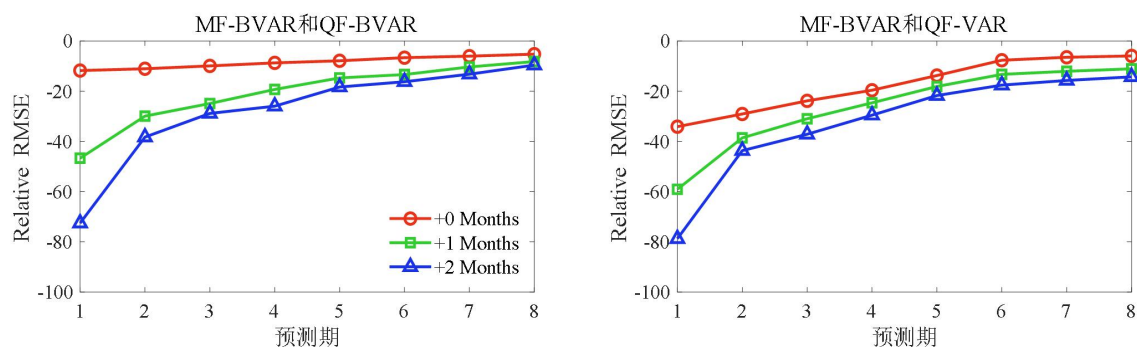
附图 11 不同组别各预测期的相对均方根误差-情形 1



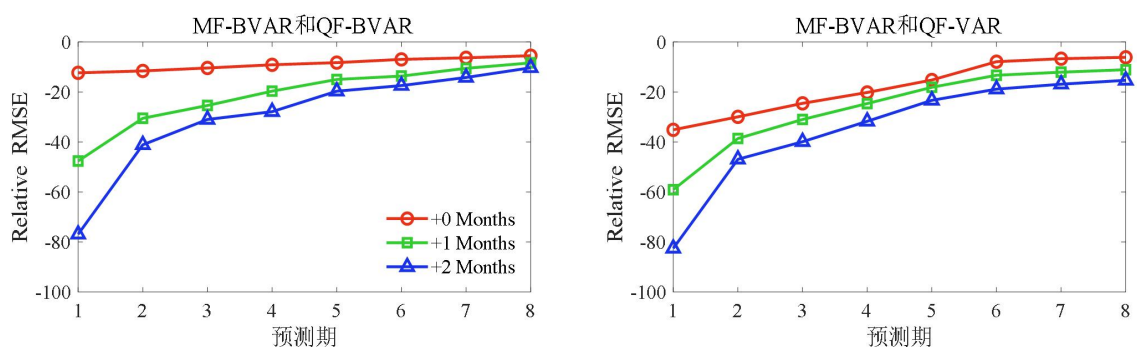
附图 12 不同组别各预测期的相对均方根误差-情形 2



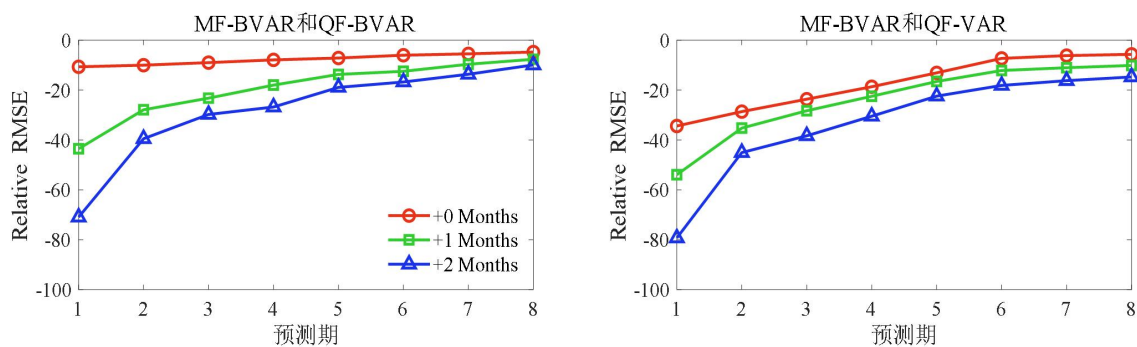
附图 13 不同组别各预测期的相对均方根误差-情形 3



附图 14 不同组别各预测期的相对均方根误差-情形 4

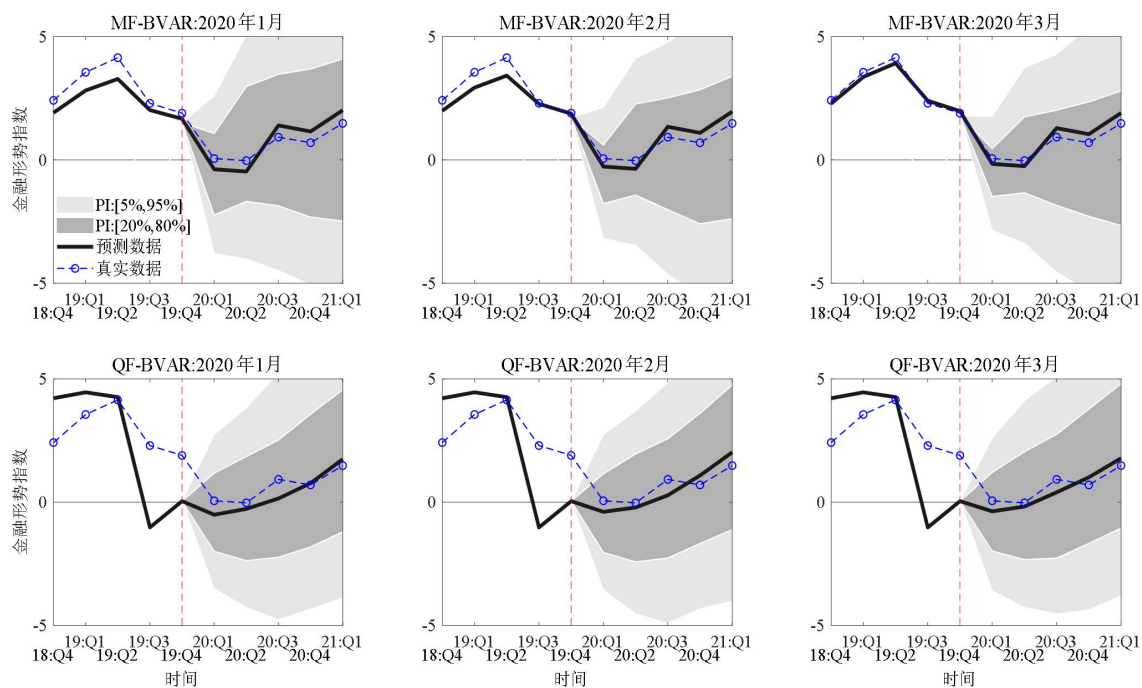


附图 15 不同组别各预测期的相对均方根误差-情形 5

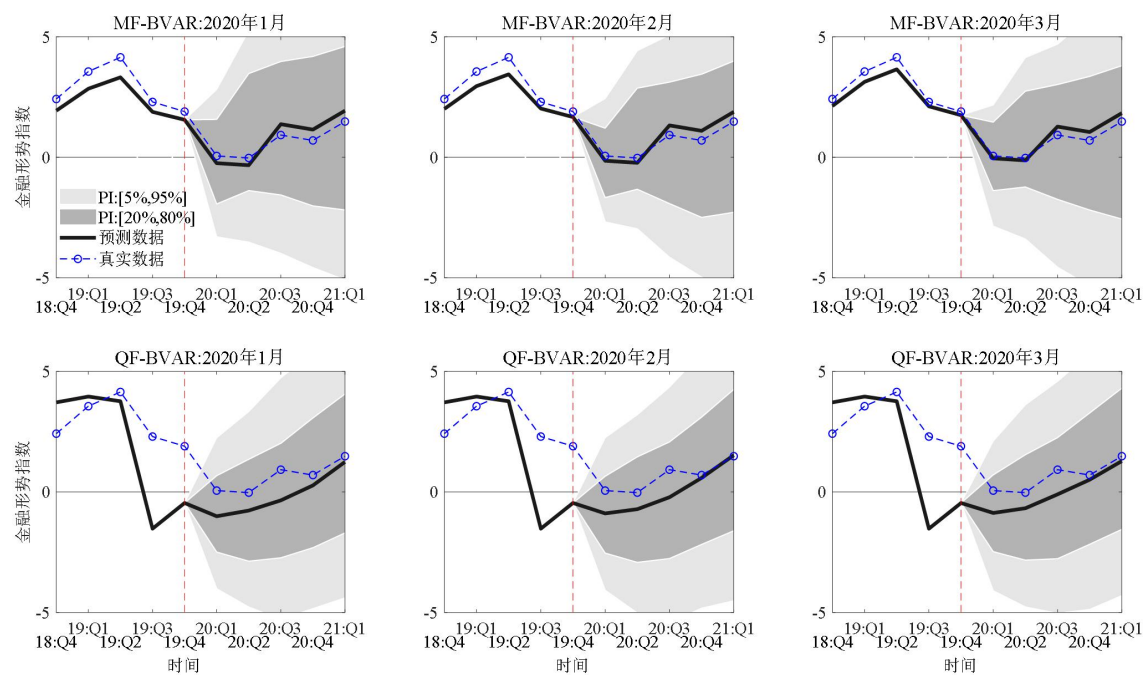


附图 16 不同组别各预测期的相对均方根误差-情形 6

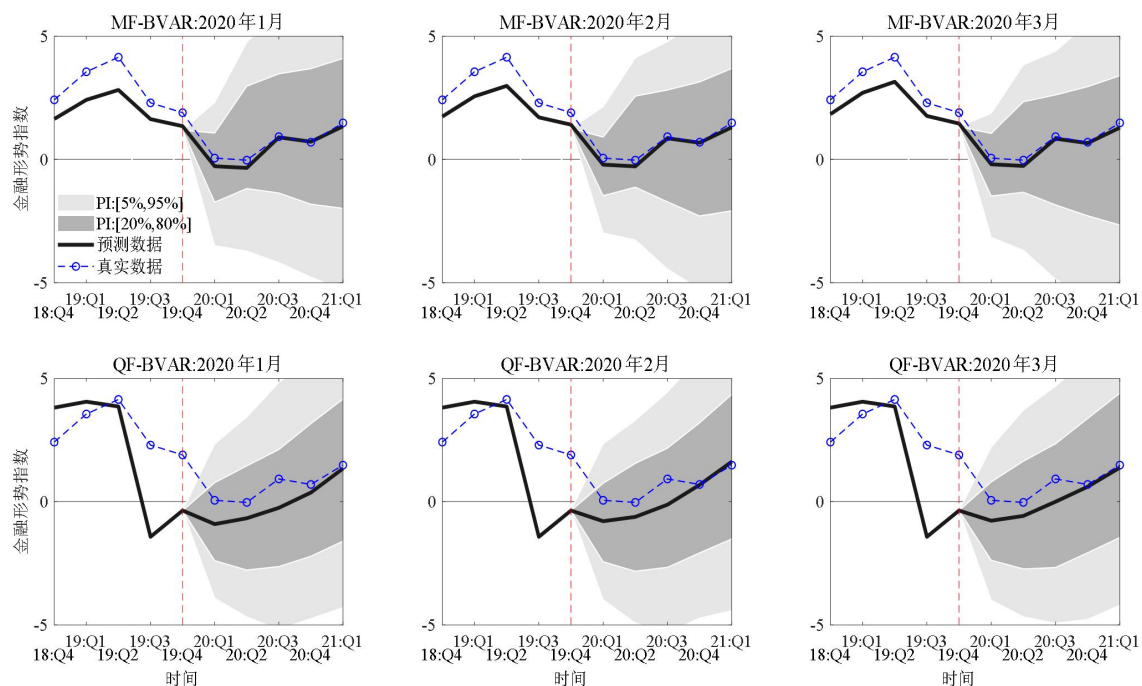
(二) 不同情形下含黄金价格的金融形势指数的区间预测



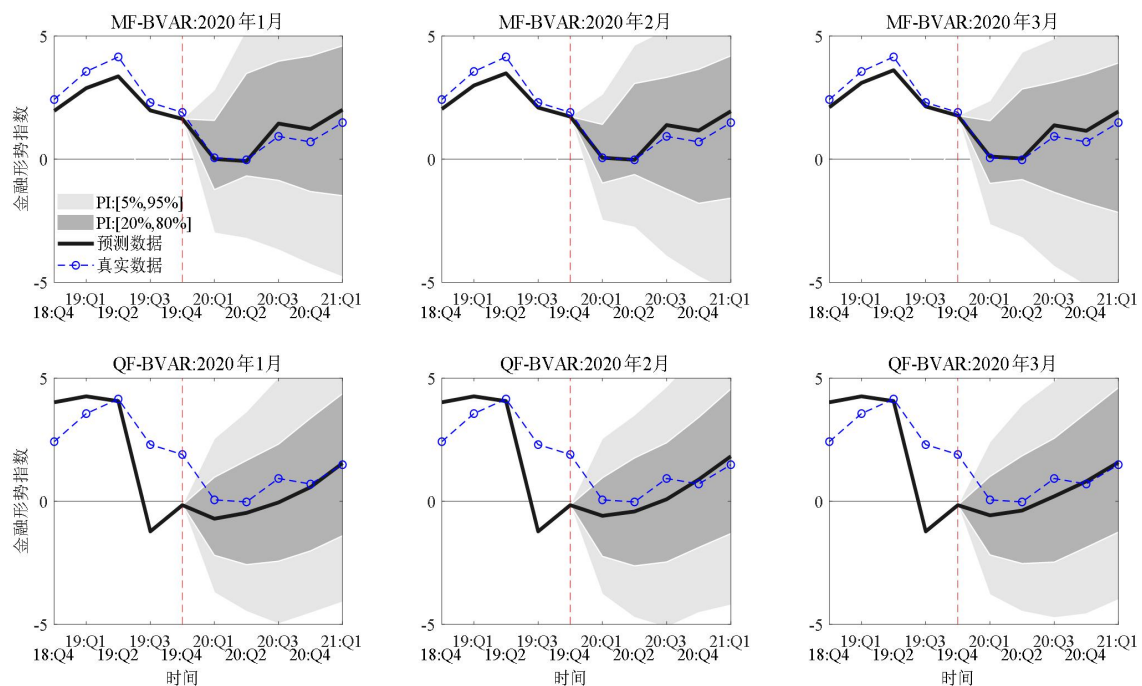
附图 17 季度内不同月份的实时区间预测-情形 1



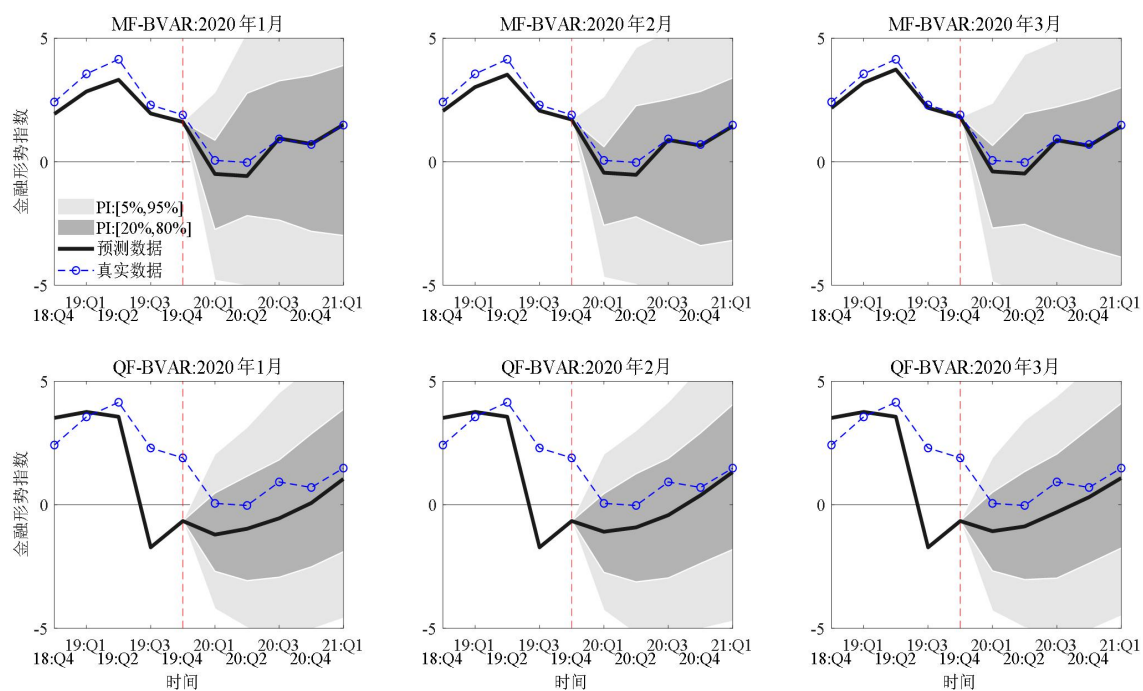
附图 18 季度内不同月份的实时区间预测-情形 2



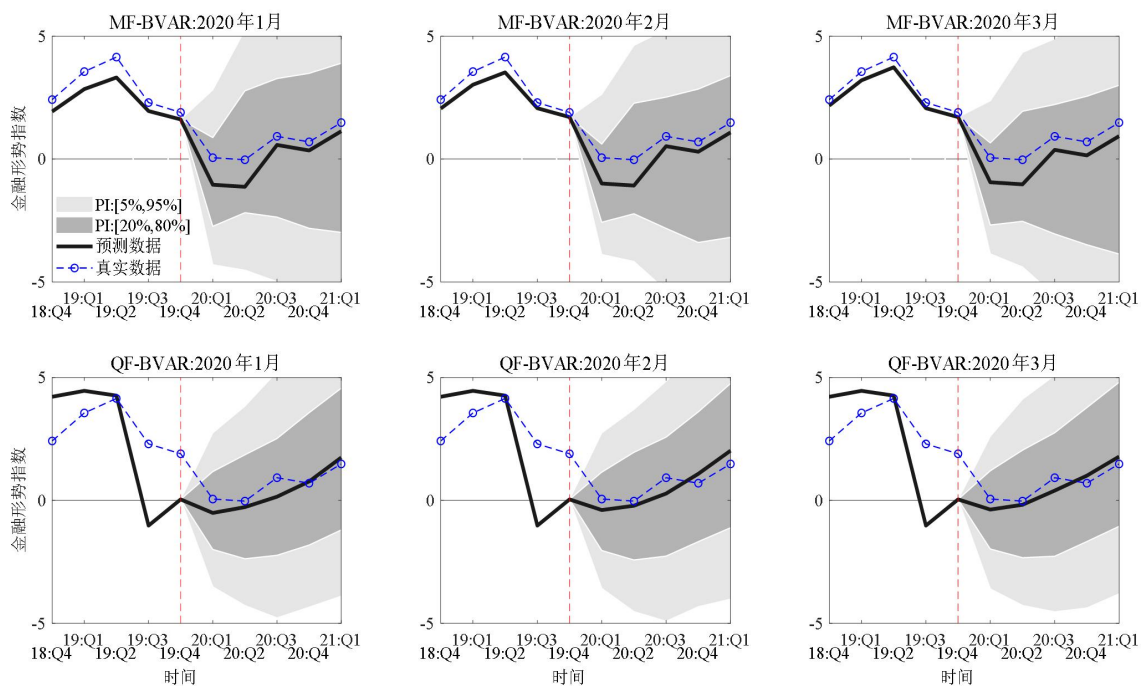
附图 19 季度内不同月份的实时区间预测-情形 3



附图 20 季度内不同月份的实时区间预测-情形 4

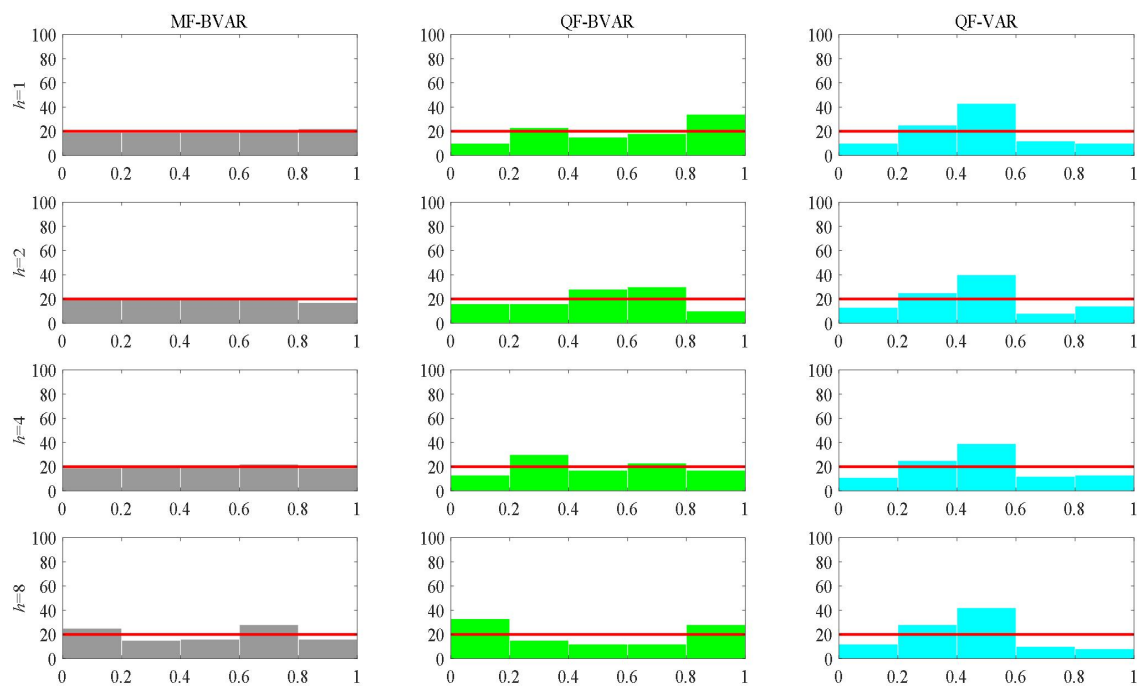


附图 21 季度内不同月份的实时区间预测-情形 5

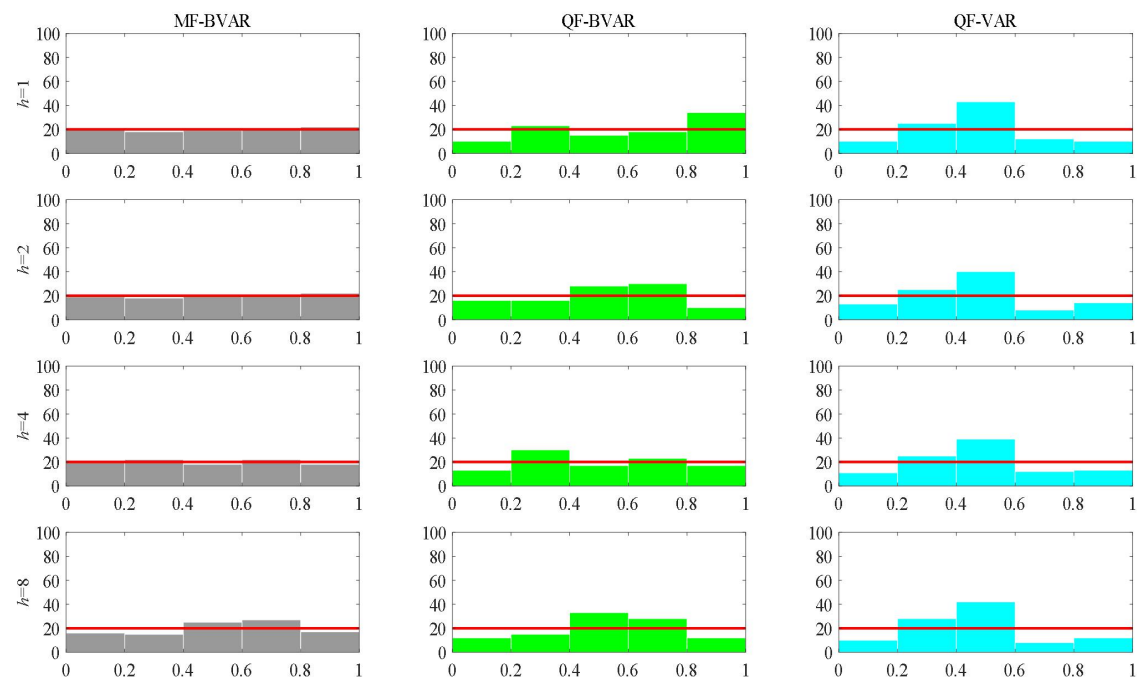


附图 22 季度内不同月份的实时区间预测-情形 6

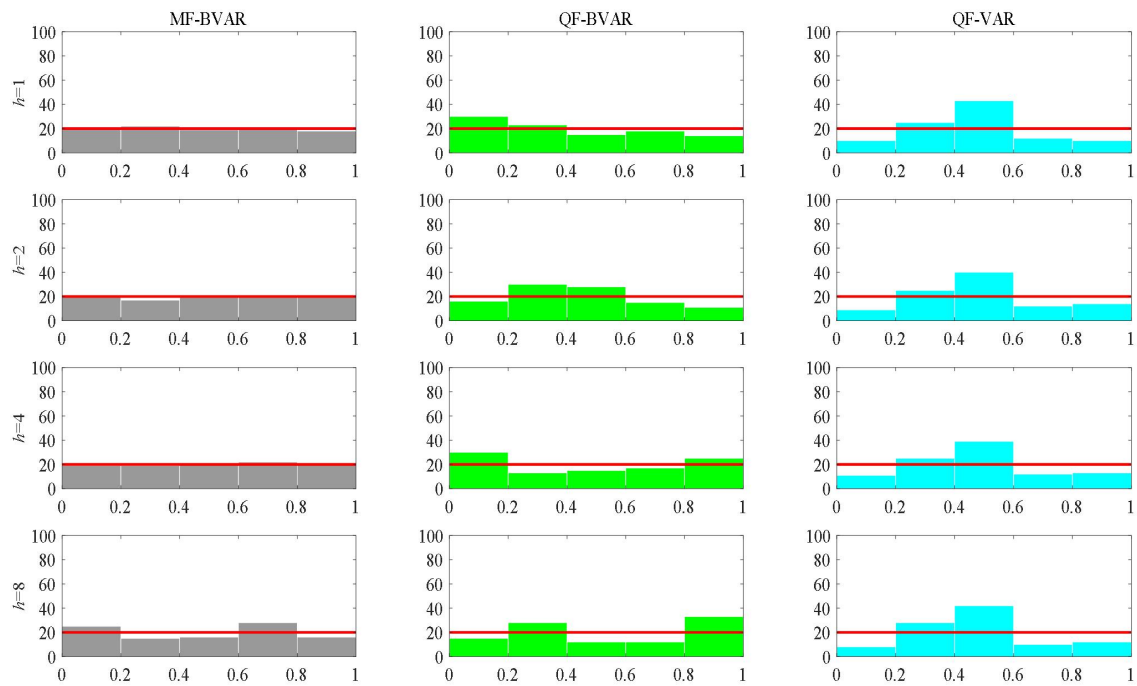
（三）不同情形下含黄金价格的金融形势指数的密度预测



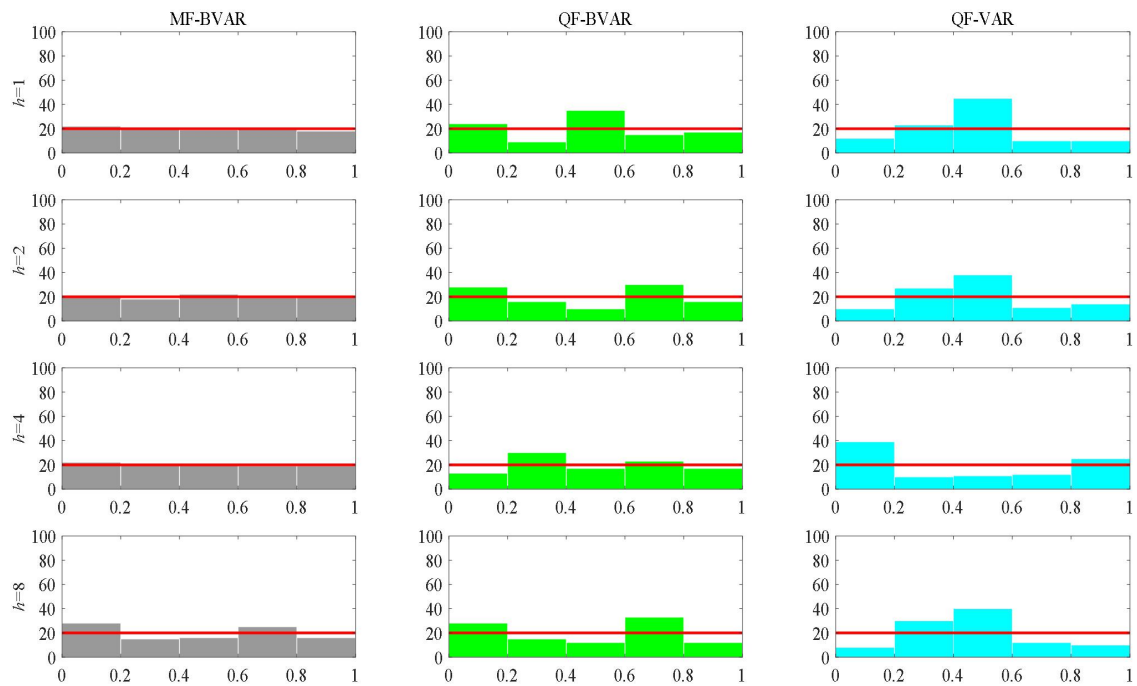
附图 23 不同预测期的概率积分变换直方图-情形 1



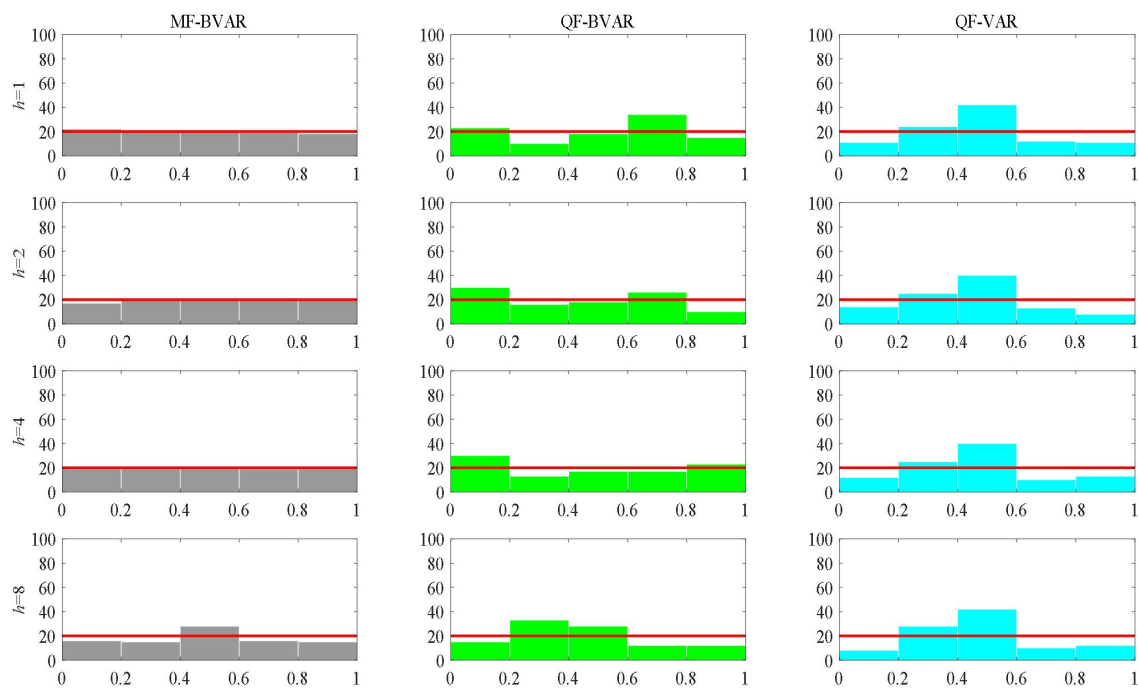
附图 24 不同预测期的概率积分变换直方图-情形 2



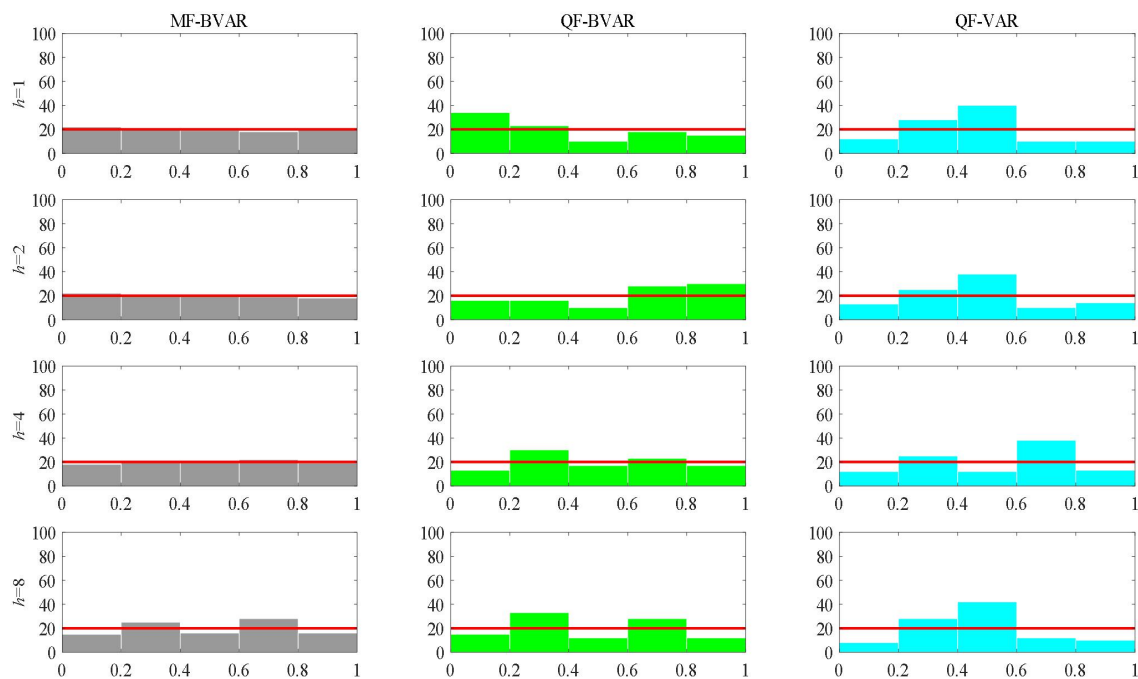
附图 25 不同预测期的概率积分变换直方图-情形 3



附图 26 不同预测期的概率积分变换直方图-情形 4



附图 27 不同预测期的概率积分变换直方图-情形 5



附图 28 不同预测期的概率积分变换直方图-情形 6

参考文献

- [1] Goodhart C, Hofmann B. Asset Prices and the Conduct of Monetary Policy[A]. Conference on Asset Markets and Monetary Policy[C], Stockholm School of Economics, 2002.