

附录 A MFIV 的估计方法

Bakshi 等 (2003) 的研究表明, 在风险中性测度下, 任何依赖未来股票价格 S_T 且二阶导数存在的收益函数 $H(S_T)$ 的现金流, 可通过无风险债券、股票及定义在该股票上的虚值期权组合来复制。根据无套利定价原理, 该收益函数的当前价值可由无风险债券、股票及相应虚值期权的价值来决定, 即:

$$E[e^{-r\tau}H(S_T)] = e^{-r\tau}[H(S_t) - H'(S_t)S_t] + H'(S_t)S_t + \int_{S_t}^{+\infty} H''(K)C(K, \tau)dK + \int_0^{S_t} H''(K)P(K, \tau)dK \quad (1)$$

其中, r 为无风险利率, $\tau = T - t$ 为期权的剩余期限, S_t 为股票在当前 t 时刻的价格, S_T 为该股票在未来 T 时刻的价格, K 为期权的交割价, $C(K, \tau)$ 和 $P(K, \tau)$ 分别表示看涨期权和看跌期权的当前价格, $H'(\cdot)$ 和 $H''(\cdot)$ 表示一阶导数和二阶导数。式 (1) 表明, 未来任何二阶可导的现金流的价值, 可以通过当前市场上可以观测到的变量 r , S_t 以及 $C(K, \tau)$ 和 $P(K, \tau)$ 计算得到。式 (1) 的证明参见 Chang 等 (2012), 下面依据式 (1) 给出 MFIV 的估计公式。

定义股票的对数收益率 $R_t(\tau) = \ln(S_T/S_t)$, S_t 为当前已知的常数, 因此 $R_t(\tau)$ 是未来股票价格 S_T 的二阶可导函数, 分别定义对数收益率的二次、三次和四次合约, 即:

$$H_1(S_T) = R_t^2(\tau), H_2(S_T) = R_t^3(\tau), H_3(S_T) = R_t^4(\tau) \quad (2)$$

显然 $H_1(S_T), H_2(S_T), H_3(S_T)$ 均满足二阶可导条件, 将 $S_T = S_t$ 代入 $H(S_T)$ 和 $H'(S_T)$, 可得:

$$H_1(S_t) = H_2(S_t) = H_3(S_t) = 0 \quad (3)$$

且有

$$\begin{cases} H'_1(S_t) = \frac{\partial H_1(S_T)}{\partial S_T} \Big|_{S_T=S_t} = \frac{2}{S_t} (\ln S_T - \ln S_t) \Big|_{S_T=S_t} = 0 \\ H'_2(S_t) = \frac{\partial H_2(S_T)}{\partial S_T} \Big|_{S_T=S_t} = \frac{3}{S_t} (\ln S_T - \ln S_t)^2 \Big|_{S_T=S_t} = 0 \\ H'_3(S_t) = \frac{\partial H_3(S_T)}{\partial S_T} \Big|_{S_T=S_t} = \frac{4}{S_t} (\ln S_T - \ln S_t)^3 \Big|_{S_T=S_t} = 0 \end{cases} \quad (4)$$

将 $S_T = K$ 代入 $H''(S_T)$ 中, 易得到:

$$\begin{cases} H''_1(K) = \frac{\partial^2 H_1(S_T)}{\partial S_T^2} \Big|_{S_T=K} = \frac{2 - 2 \ln(K/S_t)}{K^2} \\ H''_2(K) = \frac{\partial^2 H_2(S_T)}{\partial S_T^2} \Big|_{S_T=K} = \frac{6 \ln(K/S_t) - 3 \ln^2(K/S_t)}{K^2} \\ H''_3(K) = \frac{\partial^2 H_3(S_T)}{\partial S_T^2} \Big|_{S_T=K} = \frac{12 \ln^2(K/S_t) - 4 \ln^3(K/S_t)}{K^2} \end{cases} \quad (5)$$

根据式 (1), 三个合约未来现金流的现值为:

$$V_i(\tau) = E[e^{-r\tau}H_i(S_T)] = \int_{S_t}^{+\infty} H''_i(K)C(K, \tau)dK + \int_0^{S_t} H''_i(K)P(K, \tau)dK, \quad i = 1, 2, 3 \quad (6)$$

由此可得 t 时刻的 MFIV 为:

$$MFIV_t = \sqrt{E[R_t^2(\tau)] - (E[R_t(\tau)])^2} = \sqrt{e^{r\tau}V_1(\tau) - \mu^2(\tau)} \quad (7)$$

为求出 $\mu(\tau)$, 根据泰勒展开式, 可得:

$$e^{R_t(\tau)} \approx 1 + R_t(\tau) + \frac{R_t^2(\tau)}{2} + \frac{R_t^3(\tau)}{6} + \frac{R_t^4(\tau)}{24} \quad (8)$$

因此在风险中性测度下求式 (8)的现值, 可得:

$$e^{-r\tau}E[e^{R_i(\tau)}] \approx e^{-r\tau} + e^{-r\tau}E[R_i(\tau)] + \frac{V_1(\tau)}{2} + \frac{V_2(\tau)}{6} + \frac{V_3(\tau)}{24} \quad (9)$$

在风险中性测度下, 有 $S_t = e^{-r\tau}E[S_T]$, 则 $e^{-r\tau}E[e^{R_i(\tau)}] = e^{-r\tau}E[S_T/S_t] = 1$, 联系式 (9)可得:

$$\mu(\tau) = E[R_i(\tau)] \approx e^{r\tau} - 1 - \frac{1}{2}e^{r\tau}V_1(\tau) - \frac{1}{6}e^{r\tau}V_2(\tau) - \frac{1}{24}e^{r\tau}V_3(\tau) \quad (10)$$

附表 1

波动率序列的描述性统计

变量	样本量	均值	标准差	最小值	中位数	最大值	偏度系数	超额峰度
RV0	920	0.206	0.129	0.071	0.170	0.888	2.812	10.342
RV1	920	0.199	0.119	0.069	0.167	0.832	2.729	10.025
RV4	920	0.204	0.119	0.071	0.168	0.804	2.487	8.127
HV0	920	0.197	0.162	0.050	0.156	1.765	4.182	25.669
HV1	920	0.189	0.156	0.028	0.150	1.778	4.024	25.608
HV4	920	0.189	0.161	0.008	0.150	1.397	3.194	15.139
BSV	920	0.240	0.101	0.086	0.227	0.947	2.166	9.418
MFIV	920	0.243	0.107	0.075	0.231	0.741	1.221	2.376
ln RV0	920	-1.712	0.481	-2.651	-1.770	-0.119	0.747	0.786
ln RV1	920	-1.737	0.474	-2.675	-1.791	-0.184	0.622	0.713
ln RV4	920	-1.714	0.472	-2.651	-1.783	-0.218	0.581	0.538
ln HV0	920	-1.814	0.568	-2.996	-1.858	0.568	0.731	1.059
ln HV1	920	-1.877	0.618	-3.560	-1.898	0.576	0.340	0.626
ln HV4	920	-1.924	0.720	-4.769	-1.896	0.335	-0.126	0.643
ln BSV	920	-1.498	0.375	-2.456	-1.481	-0.054	0.235	0.551
ln MFIV	920	-1.505	0.431	-2.593	-1.465	-0.300	-0.086	-0.186

附表 2

波动率序列的相关系数

	RV0	RV1	RV4	HV0	HV1	HV4	BSV	MFIV
RV0	1.000	0.996	0.990	0.615	0.587	0.560	0.683	0.723
RV1		1.000	0.993	0.614	0.586	0.559	0.682	0.723
RV4			1.000	0.602	0.576	0.549	0.682	0.725
HV0				1.000	0.968	0.894	0.715	0.723
HV1					1.000	0.923	0.696	0.702
HV4						1.000	0.659	0.671
BSV							1.000	0.959
MFIV								1.000
	ln RV0	ln RV1	ln RV4	ln HV0	ln HV1	ln HV4	ln BSV	ln MFIV
ln RV0	1.000	0.994	0.988	0.705	0.661	0.588	0.747	0.759
ln RV1		1.000	0.993	0.701	0.656	0.585	0.743	0.757
ln RV4			1.000	0.695	0.648	0.579	0.741	0.752
ln HV0				1.000	0.949	0.859	0.783	0.789
ln HV1					1.000	0.891	0.733	0.740
ln HV4						1.000	0.644	0.654
ln BSV							1.000	0.966
ln MFIV								1.000

附表 3		MFIV 的信息含量检验					
	I	II	III	IV	V	VI	VII
截距项	0.110*** (20.798)	-0.004 (-0.492)	-0.005 (-0.712)	0.012 (1.542)	0.005 (0.726)	-0.001 (-0.191)	0.011 (1.431)
HV	0.489*** (23.614)			0.206*** (7.734)	0.153*** (5.941)		0.160*** (6.185)
BSV		0.872*** (28.304)		0.636*** (14.866)		-0.175* (-1.692)	-0.244** (-2.400)
MFIV			0.867*** (31.702)		0.700*** (18.001)	1.024*** (10.582)	0.912*** (9.445)
R ²	0.377	0.465	0.522	0.498	0.539	0.523	0.542
Test a	11.220	11.905	13.664				
p-value	0.000	0.000	0.000				

附表 4

HAR-RV 模型的样本外预测能力

	MFIV	BSV	HV
MSE %	0.521	0.560	0.568
排名	1.000	2.000	3.000
MAE %	4.793	4.996	4.982
排名	1.000	3.000	2.000
MSPE %	8.143	9.383	8.869
排名	1.000	3.000	2.000
MAPE %	22.648	24.188	23.275
排名	1.000	3.000	2.000
平均排名	1.000	2.750	2.250

注：我们构建的 HAR 模型如下 (以 MFIV 为例)：

$$\ln RV_{t,t+\tau}^d = \alpha_0 + \alpha_1 \ln MFIV_t^d + \alpha_2 \ln MFIV_t^w + \alpha_3 \ln MFIV_t^m + \varepsilon_{t,t+\tau}$$

$$\ln MFIV_t^h = (\ln MFIV_t + \ln MFIV_{t-1} + \dots + \ln MFIV_{t-h+1})/h, \text{ 其中, } h = d = 1, h = w = 5, h = m = 22$$

附表 5

因子收益率的均值、标准差和相关系数

			相关系数矩阵							
	Mean %	Std	MKT	SMB	HML	CMA	RMW	UMD	STR	LIQ
FVOL	-0.029	0.005	-0.095	-0.151	0.167	-0.023	0.060	-0.141	0.172	0.182
MKT	0.063	0.013		0.332	-0.454	-0.198	-0.227	0.000	-0.115	0.043
SMB	-0.016	0.007			-0.635	0.155	-0.702	-0.400	-0.172	-0.498
HML	-0.007	0.006				0.360	0.269	-0.060	0.058	0.156
CMA	-0.023	0.004					-0.496	-0.314	-0.027	-0.169
RMW	0.046	0.005						0.603	0.190	0.437
UMD	0.065	0.009							0.315	0.467
STR	-0.016	0.006								0.283
LIQ	-0.023	0.004								1.000

附表 6		控制规模效应的稳健性分析				
排序	AER%	CAPM%	FF3%	FF5%	β_{DIV}	β_{FVOL}
A: 控制市值						
1	1.353	0.454	0.423	0.320	-3.581	-0.520
2	0.822	0.018	0.004	0.177	-1.001	-0.280
3	0.606	-0.171	-0.211	-0.173	0.028	-0.075
4	0.672	-0.153	-0.144	-0.062	1.063	0.421
5	0.463	-0.462	-0.413	-0.470	3.509	0.854
5-1	-0.891*** (-3.341)	-0.917*** (-3.275)	-0.836*** (-3.193)	-0.790** (-2.342)	7.090*** (9.511)	1.374*** (10.696)
B: 剔除小市值股票						
1	1.391	0.483	0.446	0.366	-3.751	-0.600
2	0.791	0.015	0.001	0.130	-1.099	-0.316
3	0.643	-0.149	-0.168	-0.074	-0.080	-0.060
4	0.670	-0.174	-0.148	-0.049	0.974	0.451
5	0.409	-0.506	-0.470	-0.528	3.418	1.017
5-1	-0.982*** (-3.203)	-0.989*** (-3.105)	-0.916*** (-2.966)	-0.894*** (-2.405)	7.169*** (9.368)	1.616*** (14.619)

附表 7

控制动量效应的稳健性分析

排序	AER%	CAPM%	FF3%	FF5%	β_{DIV}	β_{FVOL}
1	1.234	0.351	0.346	0.366	-3.838	-0.540
2	0.924	0.100	0.100	0.172	-1.259	-0.341
3	0.785	-0.037	-0.076	-0.105	-0.112	-0.075
4	0.724	-0.095	-0.072	-0.017	1.020	0.496
5	0.302	-0.632	-0.569	-0.541	3.401	0.871
5-1	-0.933*** (-3.459)	-0.983*** (-3.813)	-0.915*** (-3.716)	-0.907*** (-3.093)	7.240*** (9.554)	1.411*** (15.723)

附表 8

控制反转效应的稳健性分析

排序	AER%	CAPM%	FF3%	FF5%	β_{DIV}	β_{FVOL}
1	1.334	0.430	0.415	0.316	-3.709	-0.549
2	0.932	0.170	0.151	0.258	-1.170	-0.390
3	0.751	-0.087	-0.069	0.073	-0.083	-0.001
4	0.544	-0.308	-0.279	-0.221	1.038	0.554
5	0.357	-0.524	-0.475	-0.506	3.310	0.832
5-1	-0.977*** (-3.509)	-0.954*** (-3.231)	-0.889*** (-3.019)	-0.823** (-2.363)	7.019*** (9.505)	1.381*** (10.207)

附表 9 改变策略窗口的稳健性分析						
排序	AER%	CAPM%	FF3%	FF5%	β_{DIV}	β_{FVOL}
A: 103 策略						
1	0.984	0.355	0.372	0.276	-3.811	-0.527
2	0.762	-0.133	-0.105	-0.026	-1.146	-0.242
3	0.525	-0.306	-0.281	-0.238	-0.118	-0.093
4	0.506	-0.303	-0.261	-0.235	0.947	0.283
5	0.575	-0.407	-0.352	-0.419	3.401	0.972
5-1	-0.410** (-2.049)	-0.762** (-2.503)	-0.724** (-2.348)	-0.696* (-1.870)	7.211*** (9.325)	1.499*** (12.083)
B: 301 策略						
1	1.503	0.627	0.615	0.568	-1.129	-0.362
2	0.858	0.029	0.001	-0.026	-0.458	-0.028
3	0.806	0.059	0.067	0.139	-0.117	0.095
4	0.720	-0.147	-0.128	0.030	0.226	0.110
5	0.234	-0.743	-0.715	-0.636	0.943	0.468
5-1	-1.269*** (-3.542)	-1.371*** (-3.600)	-1.330*** (-4.291)	-1.204*** (-2.958)	2.072*** (14.020)	0.830*** (2.702)

附表 10		控制流动性效应的稳健性分析				
排序	AER%	CAPM%	FF3%	FF5%	β_{DIV}	β_{FVOL}
A: 控制 Amihud						
1	1.206	0.291	0.277	0.213	-3.778	-0.531
2	1.093	0.315	0.319	0.430	-1.103	-0.235
3	0.484	-0.302	-0.351	-0.297	0.007	-0.116
4	0.695	-0.141	-0.128	-0.064	1.098	0.450
5	0.325	-0.599	-0.546	-0.583	3.579	0.919
5-1	-0.882*** (-3.133)	-0.890*** (-3.065)	-0.823*** (-2.942)	-0.797** (-2.443)	7.358*** (9.490)	1.450*** (13.207)
B: 控制成交额						
1	1.333	0.450	0.459	0.377	-4.083	-0.555
2	1.010	0.166	0.157	0.245	-1.333	-0.220
3	0.622	-0.171	-0.220	-0.196	-0.018	-0.108
4	0.721	-0.119	-0.110	-0.010	1.237	0.588
5	0.269	-0.653	-0.568	-0.598	3.727	0.801
5-1	-1.064*** (-3.981)	-1.103*** (-4.245)	-1.027*** (-4.321)	-0.975*** (-3.239)	7.809*** (9.479)	1.356*** (13.183)
C: 控制换手率						
1	1.249	0.382	0.349	0.299	-3.427	-0.464
2	0.755	-0.080	-0.081	0.004	-1.062	-0.437
3	0.758	-0.066	-0.059	0.093	-0.072	0.015
4	0.676	-0.169	-0.130	-0.114	0.926	0.213
5	0.499	-0.354	-0.321	-0.304	3.120	1.004
5-1	-0.750** (-2.447)	-0.737** (-2.378)	-0.669** (-2.464)	-0.603* (-1.836)	6.547*** (9.273)	1.467*** (14.582)
D: 控制 PS						
1	1.353	0.436	0.415	0.288	-3.707	-0.608
2	0.895	0.108	0.095	0.249	-1.103	-0.337
3	0.574	-0.187	-0.176	-0.091	-0.078	-0.015
4	0.711	-0.134	-0.120	-0.005	0.971	0.572
5	0.287	-0.647	-0.596	-0.640	3.376	0.859
5-1	-1.066*** (-4.015)	-1.083*** (-4.131)	-1.011*** (-4.350)	-0.928*** (-3.121)	7.082*** (9.528)	1.467*** (18.648)
E: 控制 IRC						
1	1.069	0.210	0.147	0.079	-3.409	-0.514
2	0.918	0.081	0.119	0.251	-1.186	-0.284
3	0.744	-0.102	-0.102	-0.110	-0.121	-0.054
4	0.658	-0.226	-0.182	-0.121	1.014	0.323
5	0.454	-0.373	-0.341	-0.289	3.024	0.904
5-1	-0.614** (-2.133)	-0.583** (-2.049)	-0.488** (-2.062)	-0.368 (-1.223)	6.433** (9.034)	1.418** (9.584)