

# 金融危机下 Fama-French 多因子模型 在中国债券市场的应用

刘桂梅, 杨 晨

(1. 浙江大学城市学院 信计系, 浙江 杭州 310015; 2. 浙江大学 数学系, 浙江 杭州 310027)

**摘 要:** 利用近 3 年的中国债券市场数据, 建立了 Fama-French 多因子模型, 并利用多元回归方法进行了比较分析. 结果表明, TERM-DEF 两因子模型有着较好的适用性, 但存在进一步改进的空间.

**关 键 词:** Fama-French 模型; 金融危机; 债券市场; 多因子模型

中图分类号: O 29      文献标志码: A      文章编号: 1008-9497(2010)04-396-05

LIU Gui-mei<sup>1</sup>, YANG Chen<sup>2</sup> (1. Department of Information and Computing Science, Zhejiang University City College, Hangzhou 310015, China; 2. Department of Mathematics, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

**Application of Fama-French multi-factor model in China's bond market during recent financial crisis.** Journal of Zhejiang University(Science Edition), 2010, 37(4): 396—400

**Abstract** A Fama-French multi-factor model of China's bond market is established based on the data from China's bond market in the past three years, and is analyzed by comparative multivariate regression method. It turns out that the TERM-DEF two factor model is adaptable in China's bond market, though it is improvable by further research.

**Key Words:** Fama-French model; financial crisis; bond market; multivariate model

近来, 金融危机席卷全球. 美国、欧洲等发达地区的金融经济受到严重冲击, 而作为全球经济一体化的成员, 中国的金融经济也受到了较大影响. 历史表明, 每一次大的金融危机都会导致一场金融理论的革命: 先前的许多金融理论被推翻, 诞生并发展更多崭新的理论. 因子模型在资产定价理论中有着极为重要的地位, 但在此次金融危机爆发后, 原有的因子模型是否仍然适用? 本文将对 Fama-French 多因子模型在金融危机下的中国债券市场的适用性展开研究.

## 1 Fama-French 多因子模型

因子模型尝试用市场和宏观经济中的各种因子来解释资产的收益率变化. 它的一般形式为

$$r = \alpha + \beta_1 \lambda_1 + \beta_2 \lambda_2 + \dots,$$

其中  $r$  为资产收益率,  $\lambda_i, i = 1, 2, \dots$  为各因子,  $\beta_i, i = 1, 2, \dots$  为各因子载荷,  $\alpha$  为常数项. 根据因子的数量, 因子模型可以分为单因子模型和多因子模型. 典型的单因子模型有 CAPM, 它将市场超额收益率作为解释因子. 多因子模型的例子包括 APT 模型, 以及本文中使用的 Fama-French 多因子模型.

Fama-French 多因子模型尝试使用以下 5 个因子来解释证券的超额收益率: RM-RF、TERM、DEF、SMB 和 HML. 其中 RM-RF 反映市场超额收益率因素, TERM 反映利率变动导致的长期债券收益率与期望收益率之间的偏差因素, DEF 反映经济环境导致的违约可能性波动的因素, SMB 反映公司市值对其证券价值影响的因子, HML 反映公司账面市值比对公司证券价值影响的因子. 由此不难看出

收稿日期: 2009-07-15.

基金项目: 国家教育部重大项目 (309018); 国家自然科学基金资助项目 (批准号: 70973104).

作者简介: 刘桂梅 (1962—), 女, 讲师, 硕士, 主要从事金融数学和医学统计方面的研究.

出, TERM 和 DEF 因子所反映的利率风险和违约风险正好是影响债券(特别是公司债券)价值的因素, 因此它们理应能够较好地解释债券的超额收益率. 同样, SMB 和 HML 因子反映了公司的规模和资产状况, 它们理应能够较好地解释股票的超额收益率. 事实上, 文献[1—2]得到了如下的结论: TERM 和 DEF 因子能够很好地解释债券超额收益率; RM-RF、SMB 和 HML 因子能够很好地解释股票超额收益率, 从而 SMB 和 HML 因子是 CAPM 模型较好的补充; TERM 和 DEF 因子能够有限地解释股票的超额收益率. 因此文献[1—2]将 TERM 和 DEF 因子称为债市因子(bond-market factor), 而将 RM-RF、SMB 和 HML 因子称为股市因子(stock-market factors), 也被称为 Fama-French 三因子模型.

现阶段 Fama-French 模型在中国市场上的检验, 主要集中于 Fama-French 三因子模型<sup>[3—6]</sup>. Fama-French 三因子模型能够较好地解释中国股市的超额收益率. 近年, 金融危机对世界金融和经济造成了巨大的冲击, 中国金融市场也受到较大影响, 在金融危机时期, 原有的金融理论往往会不适用, 而被新的理论所代替. 目前针对中国债券市场的 Fama-French 多因子模型实证研究还较少, 本文对 Fama-French 模型在金融危机下中国债券市场的适用性进行检验.

首先对 2006 年 3 月至 2009 年 7 月的中国债券市场建立 Fama-French 多因子模型, 对 TERM 和 DEF 因子的解释能力进行检验, 然后类似文献[1]的做法, 考察 RM-RF、SMB 和 HML 因子的加入对上述方法的影响, 并进行改进.

## 2 模型及因子构造方法

Fama-French 多因子模型中的各个因子的定义如下:

$RM(t) - RF(t)$  为  $t$  时刻市场组合收益率与无风险利率之差;

$$TERM(t) := R_{LG}(t) - R_{SG}(t-1),$$

其中,  $R_{LG}(t)$  为  $t$  时刻长期国债利率,  $R_{SG}(t)$  为  $t$  时刻短期国债利率;

$$DEF(t) := R_{LC}(t) - R_{LG}(t),$$

其中  $R_{LC}(t)$  为  $t$  时刻长期公司债券利率;

对  $SMB(t)$  和  $HML(t)$  如同文献[1]的方法进行如下构造: 首先考虑所有股票按总市值从大到小等比例分为  $B$  和  $S$  两个集合, 同时(独立地)将所有股票按市净率从高到低等比例分为  $H$ 、 $M$  和  $L$  3 个

集合. 同时属于  $B$  和  $H$  的股票集合记为  $B/H$ , 同时属于  $B$  和  $M$  的股票集合记为  $B/M$ , 依此类推. 这样将考虑的所有股票等比例地分为 6 个股票集合:  $B/H$ 、 $B/M$ 、 $B/L$ 、 $S/H$ 、 $S/M$ 、 $S/L$ . 通过将成员股票以总市值作为权重进行组合, 可以由上述 6 个集合分别得到 6 个股票投资组合, 其收益率分别记为  $R_{BH}$ 、 $R_{BM}$ 、 $R_{BL}$ 、 $R_{SH}$ 、 $R_{SM}$ 、 $R_{SL}$ . SMB 因子和 HML 因子定义如下:

$$\begin{aligned}SMB(t) &= (R_{SH}(t) + R_{SM}(t) + R_{SL}(t))/3 - \\&\quad (R_{BH}(t) + R_{BM}(t) + R_{BL}(t))/3, \\HML(t) &= (R_{BH}(t) + R_{SH}(t))/2 - \\&\quad (R_{BL}(t) + R_{SL}(t))/2.\end{aligned}$$

需要注意的是, 本文中 HML 因子的构造与文献[1]稍有不同. 本文将市净率高的股票集合记为  $H$ , 而文献[1]将账面市值比高的股票集合记为  $H$ , 也就是将市净率低的股票集合记为  $H$ . 这个不同只会导致 HML 与之后回归中 HML 的系数反号, 而不会影响其他分析结果.

本文考察的包含 TERM 和 DEF 因子的两因子 Fama-French 模型是如下的多元线性回归方程:

$$\begin{aligned}R(t) - RF(t) &= a + bTERM(t) + cDEF(t) + \epsilon(t), \\ \text{同时, 考虑如下 3 个多元线性回归方程, 考察其余 3} \\ \text{个因子对上述模型的影响:}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R(t) - RF(t) &= a + r[RM(t) - RF(t)] + \\&\quad bTERM(t) + cDEF(t) + \epsilon(t), \\R(t) - RF(t) &= a + sSMB(t) + tHML(t) + \epsilon(t), \\R(t) - RF(t) &= a + r[RM(t) - RF(t)] + \\&\quad sSMB(t) + tHML(t) + \epsilon(t).\end{aligned}$$

## 3 数据选取

本文中的数据来自 Wind 金融资讯, 数据均为 2006 年 3 月 10 日到 2009 年 7 月 1 日间的周数据, 共有 155 个时点(去掉了 14 个存在数据缺失的时点). 本文中投资组合的收益率使用复利计算并进行年化. 无风险利率选取为 3 个月期的央行票据的收益率; 市场组合选取为沪深 300 指数; SMB 和 HML 组合的成份股选取为沪深 300 指数成份股中的 245 只股票(其他 55 只由于数据缺失原因被排除), 债券的收益率为 Wind 上交所债券的到期收益率. TERM 因子选取为 15 年期国债收益率和上个时点的无风险利率之差. DEF 因子选取为企业债组合收益率与 15 年期国债收益率之差. SMB 与 HML 因为基于沪深 300 指数成份股中的 245 只股票构造. 所选数据的描述性统计见表 1 和 2.

4 实证结果与分析

利用 SPSS 软件对数据进行处理和分析, 得到表 3—6 的结果.

表 1 解释因子

Table 1 The explanatory factors

解释因子	RF	TERM	DEF	SMB	HML	RM-RF
均值	2.605	1.352	0.679	-0.168	0.006	-2.266
标准差	0.852	0.628	0.481	1.973	2.649	3.150

表 2 因变量

Table 2 Dependent

因变量	企业债						国 债						
	R-RF	1 年	2 年	5 年	10 年	15 年	20 年	1 年	2 年	5 年	10 年	15 年	20 年
均值		1.400	1.780	2.218	2.242	2.197	2.175	-0.192	0.202	0.825	1.187	1.355	1.353
标准差		0.680	0.588	0.665	0.575	0.581	0.622	0.288	0.314	0.482	0.595	0.624	0.710

表 3  $R(t)-RF(t)=a+bTERM(t)+cDEF(t)+\epsilon(t)$

Table 3  $R(t)-RF(t)=a+bTERM(t)+cDEF(t)+\epsilon(t)$

R	$a$	$t(a)$	$b$	$t(b)$	$c$	$t(c)$	$R^{2*}$	$s(e)$
1 年企债	-0.108(.436)	-0.781	0.431	6.454	1.362	15.597	0.623	0.418
2 年企债	-0.182(.028)	-2.218	0.764	19.297	1.369	26.455	0.823	0.247
5 年企债	-0.268	-3.606	1.208	33.713	1.256	26.821	0.887	0.224
10 年企债	0.362	4.849	1.044	29.013	0.689	14.646	0.847	0.225
15 年企债	0.576	6.913	0.987	24.567	0.422	8.024	0.813	0.251
20 年企债	0.552	6.215	1.027	23.999	0.346	6.192	0.815	0.268
1 年国债	-0.650	-9.226	0.324	9.549	0.029(0.515)	0.653	0.456	0.212
2 年国债	-0.613	-11.250	0.501	19.052	0.204	5.945	0.725	0.164
5 年国债	-0.576	-9.146	0.842	27.725	0.388	9.757	0.845	0.190
10 年国债	-0.402	-6.914	1.024	36.559	0.302	8.235	0.913	0.175
15 年国债	0.082(.106)	1.628	0.953	39.422	-0.022(.495)	-0.684	0.941	0.151
20 年国债	0.260(.011)	2.575	0.916	18.823	-0.213(.001)	-3.345	0.816	0.304

\* $R^2$  已进行自由度修正. 参数值后的括号表示相对应的显著系数, 若无, 则表示其对应的显著系数为 0.000, 下同

表 4  $R(t)-RF(t)=a+r[RM(t)-RF(t)]+bTERM(t)+cDEF(t)+\epsilon(t)$

Table 4  $R(t)-RF(t)=a+r[RM(t)-RF(t)]+bTERM(t)+cDEF(t)+\epsilon(t)$

R	$a$	$t(a)$	$R$	$t(r)$	$b$	$t(b)$	$c$	$t(c)$	$R^{2*}$	$s(e)$
1 年企债	-0.071(.608)	-0.514	0.025(.045)	2.019	0.413	6.185	1.426	15.490	0.630	0.414
2 年企债	-0.150(.065)	-1.857	0.021(.003)	2.995	0.748	19.207	1.424	26.519	0.832	0.241
5 年企债	-0.253(.001)	-3.388	0.010(.133)	1.511	1.200	33.337	1.282	25.816	0.888	0.223
10 年企债	0.369	4.890	0.005(.489)	0.694	1.041	28.601	0.701	13.971	0.846	0.226
15 年企债	0.584	6.933	0.005(.486)	0.698	0.983	24.204	0.435	7.764	0.813	0.252
20 年企债	0.560	6.249	0.006(.460)	0.740	1.023	23.641	0.362	6.061	0.814	0.268
1 年国债	-0.635	-8.978	0.010(.116)	1.580	0.317	9.293	0.054(.249)	1.158	0.461	0.211
2 年国债	-0.605	-11.011	0.005(.268)	1.112	0.497	18.739	0.218	5.969	0.726	0.164
5 年国债	-0.571	-8.965	0.003(.541)	0.613	0.840	27.329	0.396	9.356	0.844	0.190
10 年国债	-0.391	-6.689	0.007(.170)	1.378	1.019	36.141	0.320	8.231	0.914	0.175
15 年国债	0.100(.046)	2.008	0.012(.007)	2.714	0.944	39.498	0.009(.784)	0.275	0.944	0.148
20 年国债	0.281(.006)	2.777	0.014(.113)	1.594	0.905	18.526	-0.176(.010)	-2.611	0.818	0.303

表 5  $R(t)-R F(t)=a+s S M B(t)+t H M L(t)+\varepsilon(t)$   
Table 5  $R(t)-R F(t)=a+s S M B(t)+t H M L(t)+\varepsilon(t)$

R	<i>a</i>	<i>t</i> ( <i>a</i> )	<i>s</i>	<i>t</i> ( <i>s</i> )	<i>T</i>	<i>t</i> ( <i>t</i> )	<i>R</i> <sup>2</sup> *	<i>s</i> ( <i>e</i> )
1 年企债	1.396	25.349	-0.020(.493)	-0.687	0.005(.805)	0.248	-0.010	0.683
2 年企债	1.780	37.275	0.001(.966)	0.043	0.002(.910)	0.113	-0.013	0.592
5 年企债	2.221	41.225	0.020(.472)	0.722	0.003(.869)	0.165	-0.009	0.668
10 年企债	2.247	48.359	0.028(.253)	1.146	0.001(.939)	0.076	-0.004	0.576
15 年企债	2.202	46.925	0.030(.213)	1.251	0.002(.926)	0.093	-0.002	0.582
20 年企债	2.180	43.406	0.029(.263)	1.123	0.003(.875)	0.158	-0.004	0.623
1 年国债	-0.189	-8.157	0.017(.155)	1.430	0.003(.778)	0.282	0.003	0.287
2 年国债	0.204	8.036	0.010(.427)	0.797	0.004(.665)	0.434	-0.006	0.315
5 年国债	0.826	21.141	0.007(.736)	0.338	0.007(.627)	0.487	-0.010	0.485
10 年国债	1.190	24.725	0.016(.532)	0.627	0.012(.512)	0.657	-0.006	0.597
15 年国债	1.359	26.925	0.020(.448)	0.761	0.009(.658)	0.444	-0.007	0.626
20 年国债	1.361	23.808	0.045(.134)	1.505	-0.001(.962)	-0.047	0.002	0.709

表 6  $R(t)-R F(t)=a+r[R M(t)-R F(t)]+s S M B(t)+t H M L(t)+\varepsilon(t)$   
Table 6  $R(t)-R F(t)=a+r[R M(t)-R F(t)]+s S M B(t)+t H M L(t)+\varepsilon(t)$

R	<i>a</i>	<i>t</i> ( <i>a</i> )	<i>r</i>	<i>t</i> ( <i>r</i> )	<i>S</i>	<i>t</i> ( <i>s</i> )	<i>t</i>	<i>t</i> ( <i>t</i> )	<i>R</i> <sup>2</sup> *	<i>s</i> ( <i>e</i> )
1 年企债	1.283	19.303	-0.050(.004)	-2.918	-0.025(.378)	-0.885	0.006(.786)	0.272	0.038	0.667
2 年企债	1.720	29.342	-0.026(.081)	-1.757	-0.002(.947)	-0.067	0.002(.901)	0.125	0.001	0.588
5 年企债	2.240	33.560	0.008(.634)	0.477	0.021(.455)	0.748	0.003(.872)	0.162	-0.014	0.670
10 年企债	2.324	41.070	0.034(.021)	2.328	0.031(.193)	1.306	0.001(.950)	0.063	0.025	0.568
15 年企债	2.316	41.359	0.050(.001)	3.461	0.036(.133)	1.510	0.001(.940)	0.075	0.066	0.562
20 年企债	2.314	38.965	0.059	3.858	0.035(.160)	1.412	0.003(.888)	0.141	0.080	0.596
1 年国债	-0.118	-4.384	0.031	4.451	0.020(.075)	1.792	0.002(.786)	0.272	0.112	0.271
2 年国债	0.268	8.864	0.028	3.593	0.013(.295)	1.050	0.004(.669)	0.429	0.067	0.303
5 年国债	0.915	19.536	0.039(.001)	3.236	0.011(.583)	0.550	0.007(.631)	0.482	0.049	0.470
10 年国债	1.333	23.677	0.063	4.318	0.022(.353)	0.931	0.012(.505)	0.668	0.098	0.565
15 年国债	1.552	27.464	0.085	5.829	0.029(.231)	1.203	0.008(.651)	0.453	0.173	0.567
20 年国债	1.586	24.943	0.099	6.036	0.055(.043)	2.046	-0.002(.928)	-0.090	0.191	0.638

由上述回归分析结果可以得到如下结论:

4.1 从表 3 可以看出, TERM 和 DEF 因子模型的拟合优度均在 80% 以上. 1 年期企业债券和 1 年期政府债券的拟合优度相对较低, 分别为 62.3% 和 45.6%. 1 年期和 15 年期国债的 DEF 因子的因子载荷接近于 0, 而 20 年期国债的因子载荷为负数.

4.2 从表 3.4 可以看出, 在加入 RM-RF 因子后, 回归方程在修正  $R^2$  标准下的拟合优度提升不显著.

4.3 从表 5、6 可以看出, SMB 和 HML 因子模型的拟合优度非常低. 在加入 RM-RF 因素后, 拟合优度基本没有显著提高, 作为例外的是 15 年期和 20 年期国债, 但其提高也较小 (分别为 18.0% 和 18.9%).

4.4 从表 3—6 可以看出, 中长期债券 TERM 因子的因子载荷普遍比短期债券大; 中长期企业债券 DEF 因子的因子载荷普遍比短期企业债券小; 企业债券 DEF 因子的因子载荷比国债大.

4.5 TERM 和 DEF 两因子模型的拟合优度相比文献 [1] 的结果有约 10% 的降低.

5 结 论

对 2006 年 3 月至 2009 年 7 月的中国债券市场建立 Fama-French 多因子模型, 并以此对 TERM、DEF、RM-RF、SMB 和 HML 这 5 个因子的解释能力进行检验. 根据前面的对比分析, 可以得到以下结论:

5.1 TERM 和 DEF 因子能够基本解释债券超额收益率的变化,但是它们对短期债券的解释能力相比中长期债券更弱.也就是说,债券超额收益率确实受到利率因素和违约因素的影响,而短期债券在受到这两个因素影响的同时,还受到其他一些未知随机因素的影响.DEF 因子基本不能解释 1 年期与 15 年期国债超额收益率的变化.一个有意思的现象是 20 年期国债的超额收益率和 DEF 因子呈负相关,违约风险越大,其超额收益率就越小.

5.2 TERM 和 DEF 两因子模型的解释能力比文献 [1] 中的结果更弱,它尚有进一步完善的空间,需要补充因子或者寻找解释能力更强的替代因子.笔者尝试使用 RM-RF 作为补充因子,但实证结果表明,它的加入并不能对两因子模型的改进提供帮助.

5.3 SMB 和 HML 因子基本不能解释债券超额收益率的变化,也就是说,股市因子对债券市场基本没有解释能力.RM-RF 因子的加入只对长期国债的 SMB 和 HML 两因子模型起到改进作用,但作用较小.这表明长期国债受市场因素的影响比其他债券稍大.

5.4 中长期债券受利率因素( TERM 因子)影响比短期债券更大,特别地,随着期限的增加,违约风险因素(DEF 因子)对企业债券收益率的影响逐渐被利率因素所替代.这与一般风险债券定价的结果<sup>[7]</sup>相一致.同时,企业债券受违约风险因素的影响比国债更大.这是因为与国债不同,违约风险因素是企业债券价值的一个组成部分.

以上结论说明,本文中 Fama-French 多因子模型的实证结果与现有债券定价理论相吻合.

#### 参考文献(References):

[ 1 ] FAMA E, FRENCH K. Common risk factors in the

returns on stocks and bonds[ J] . **J of Financial Economics**, 1993, 33: 3— 56.

[ 2 ] FAMA, EUGENE F, KENNETH R F. The cross section of expected stock returns[ J] . **J of Finance**, 1992, 47: 427— 465.

[ 3 ] 陈守东,孟庆顺,赵云立.中国股票市场 FF 多因子模型比较分析[ J] . **吉林大学学报: 社会科学版**, 2003, 5: 93— 98.

CHEN Shou-dong, MENG Qing-shun, ZHAO Yun-li. Comparative analysis of FF multi-factor model in China's stock market[ J] . **J of Jilin University: Social Sciences Edition**, 2003, 5: 93— 98.

[ 4 ] 廖理,沈红波. Fama-French 三因子模型与股权分置改革效应研究[ J] . **数量经济技术经济研究**, 2008, 9: 117— 125.

LIAO Li, SHEN Hong-bo. Fama-French three factors model and the effect of the split-share structure reform [ J] . **J of Quantitative & Technical Economics**, 2008, 9: 117— 125.

[ 5 ] 范龙振,余世典.中国股票市场的三因子模型[ J] . **系统工程学报**, 2002, 17( 6) : 537— 546.

FAN Long-zhen, YU Shi-dian. Three-factor model in China stock market[ J] . **J of Systems Engineering**, 2002, 17( 6) : 537— 546.

[ 6 ] 孟庆顺.上海股票市场的 FF 三因子模型[ J] . **北华大学学报: 社会科学版**, 2004, 5( 3) : 79— 81.

MENG Qing-shun. FF three-factor model in Shanghai stock market[ J] . **J of Beihua University: Social Sciences Edition**, 2004, 5( 3) : 79— 81

[ 7 ] LONGSTAFF F A, SCHWARTZ E S. A simple approach to valuing risky and floating rate debt[ J] . **J of Finance**, 1995, 50: 789— 819.

( 责任编辑 寿彩丽)