

# 中国债券市场债券回报率与宏观经济变量关系的实证分析

范龙振

复旦大学管理学院

上海, 200433

lzf@fudan.edu.cn

张 处

香港科技大学财务学系

香港, 清水湾

czhang@ust.hk

**摘要** :本文实证分析了1997年8月至2005年12月上海证券交易所债券市场债券的回报率与宏观经济变量的关系。研究发现债券价格明显受官方利率、物价指数、货币供应量的影响。债券的超额回报率也与它们显著相关,并且不同期限的债券受它们的影响各不相同。利率水平越高,债券的超额回报率越大;通货膨胀率越高,债券的超额回报率也越大;货币供给量增长率越高,债券的超额回报率越小。  
**关键词** :官方利率;债券回报率;价格指数;货币供应量;实际消费;久期

## Empirical study on the influence of macro economic variables on bond excess returns in Chinese bond market

Longzhen Fan

Chu Zhang

School of Management,  
Fudan University, Shanghai 200433

Department of Finance  
Hong Kong University of Science and  
Technology, Clear Bay, Hong Kong

**Abstract:** Using data from August 1997 to December 2005, we investigate the role of macroeconomic variables in determining bond yields and excess returns in the China's Treasury bond market. We find that bond yields are influenced by official interest rate, the CPI inflation rate, the growth rate of real consumption, and the growth rate of money supply M1. These macroeconomic variables also have impact on bond excess returns. The bond excess returns tend to increase with the official interest rate level and the inflation rate, and tend to decrease with the growth rate of M1. We also find that the impact of the macroeconomic variables varies with bond duration.

**Key words** : official interest rates; bond excess returns; CPI; M1; real consumption; duration

## 0 引言

从国际资本市场来看,债券市场是金融市场中最大的一个市场。国债交易提供了一个基准市场利率期限结构,通过国债交易价格,可以准确地了解短期、中期、长期市场利率。由于国债市场和利率的重要作用,国外有大量的关于债券市场的实证分析和市场利率变化模型的研究。Fama, Bliss (1987)对美国债券市场进行了实证研究,发现远期利率可以预测利率和债券回报率的变化;Campbell, Shiller (1991)发现利率期限结构的斜率也可以预测利率和回报率的变化。Brandt, Wang (2003)提出一个理论模型,使投资者的风险厌恶程度与通货膨胀的非预期变化有关,并从实证上证明了通货膨胀率的突然增加,将导致投资者的风险厌恶增加,从而对债券要求较高的预期回报率。类似的相关研究还有很多,如 Balduzzi, Bertola, Foresi (1997), DeBondt, Bange (1992)。Cochrane, Piazzesi (2005)发现充分利用利率期限结构的信息可以提高对债券回报率的预测能力。Cochrane, Piazzesi (2005)还发现,在美国债券市场上,利用一些常见的宏观经济变量信息无法提高对债券回报率的预测能力。换言之,常见的宏观经济变量信息已经充分反映在当前的利率期限结构中。Ludvigson S, Ng S. (2005)认为,如果债券的超额回报率来自于风险溢酬的理性变化,它应该与宏观经济变量相联系。他们考察了大量宏观经济指标,发现“通货膨胀因子”,“实际因子”,“金融因子”可以解释债券市场的超额回报率。

在中国,上海证券交易所从1991年就开始了国债交易,稍后又开展了国债回购交易。债券交易与股票交易构成了上海证券交易所市场两个最重要的组成部分。国债的风险以及回报,国债价格隐含的利率期限结构是投资者非常关心的。另一方面,中国市场经济的发展阶段,货币政策操作方法与其他国家不同。虽然近年来中国货币政策以货币供应量为操作目标和中介目标,但央行却规定了对整个经济影响很大的储蓄存款和商业贷款利率等,本文称它们为官方利率。由于资本市场规模相对较小,市场利率受官方利率影响很大。债券市场回报与官方利率、宏观经济信息的关系如何;宏观经济信息能否能够解释债券市场的回报率,本文试图回答这些问题。

到目前为止,关于中国固定收益市场的研究文献较少。Fan, Zhang (2006)研究了银行间市场回购利率期限结构的风险溢酬,指出风险溢酬从统计上看是显著的,并且与流动性指标,利率的波动率具有相关关系。Fan, Zhang 研究了银行间市场和交易所市场回购利率的差别,发现除两个市场一定程度的分割是导致两个市场回购利率差别的原因之外,两个市场不同的替代投资机会,不同的利率随机波动率也是两个市场回购利率差别的原因。关于中国债券市场中长期利率和国债回报率的研究文献比较少。本文对中国债券市场中长期利率和国债回报率与宏观经济变量关系的进行探讨。本文安排如下:第一节回顾近年来中国经济发展状况及央行调节经济的方法,讨论官方利率及其他宏观经济变量对债券价格的影响;第二节讨论宏观经济变量对债券超额回报率的解释能力;最后是本文的小结。

## 1 债券市场利率、官方利率与宏观经济变量

### 1.1 中国经济、央行货币政策以及市场利率简析

中国的改革开放起步于1978年,经过20来年的发展,经济取得了快速增长,但物价出现了一定的波动。到2005年为止,经济增长最高的年份是1984年,实际GDP增长率达到15.2%,经济增长最低的年份出现在1990年,实际GDP增长率为3.8%;物价水平的波动更大,通货膨胀率最高的年份是1994年,通货膨胀率达到20%左右,最低的年份是1999年,价格出现负增长,通货膨胀率跌至-3%左右。

1984年中国人民银行开始单独履行中央银行的职能,从此以后,中央银行在调节经济

运行中扮演着关键角色。1984年至1994年，央行确定的调控目标是发展经济，稳定币值。经济发展放在首位，兼顾币值的稳定。由于追求经济的快速增长，对稳定币值的重视不够，1985年、1988年、1994年出现了三次严重的通货膨胀。政府决策者逐步认识到稳定币值的重要性，逐步提高了“稳定币值”目标的地位。1995年制定的“中华人民共和国中国人民银行法”规定货币政策目标为保持币值稳定，并以此促进经济发展。1995年中央银行为控制通货膨胀实行“软着陆”政策。1997年东南亚金融危机后，首次出现了有效需求不足的现象，通货膨胀率急剧下降，有的年份甚至出现了物价负增长，经济增长缓慢。中央银行采取了多项货币政策刺激有效需求和经济增长，如连续多次降低官方利率，降低存款准备金率等。直到2003年下半年，投资出现新一轮的高增长，在农产品价格上涨的带动下，市场物价开始明显正增长。2004年底，央行上调储蓄存款利率。但超额准备金利率一直下调，2005年初，超额准备金利率下调至0.99%。

在大多数国家，中央银行只在货币供应量和利率目标之间选择其一。如果以货币供应量为目标，利率由市场自由决定；如果以利率为目标，货币供应量由市场决定。在中国，虽然货币供应量是中介目标，但央行却规定了储蓄存款利率、银行对企业的贷款利率、商业银行的准备金利率、超额准备金利率等。这些官方利率对市场利率存在很大影响，特别是1年期储蓄存款利率，被认为是一年期基准利率。

本文利用上海证券交易所国债价格和银行间回购利率得到市场利率期限结构。银行间回购利率被认为是最具有代表性的市场短期利率。考虑到银行间市场债券交易不活跃，我们用上海证券交易所的债券价格推断市场的中长期利率。由于1997年8月之前交易的债券数量较少，本文选取数据区间从1997年8月到2005年10月，数据为月度数据。本文用中国银行间市场的7天期和30天期回购利率作为短期利率。根据7天期、30天期回购利率和债券价格，利用样条插值法，采用到期收益率拟合而不是价格拟合的算法得到市场上的利率期限结构。图1给出了市场利率与官方利率的比较。超额准备金利率是中央银行对商业银行放在中央银行的超过规定准备金部分的资金支付的利息率。从银行体系改革的角度，无论市场利率如何，这一部分利率将会逐渐下降。但中央银行并没有明确制定短期利率的目标利率，商业银行的超额准备金利率事实上充当了市场短期利率的下限。超额准备金利率并不一定反映市场均衡的短期利率水平。如在样本期的前半段，通货膨胀率已经降到很低的水平，但当时的超额准备金利率仍很高。从1997年8月到当年年底，市场利率，包括回购利率和同业拆借利率一直在7%以上，但当时的CPI增长率只有不到2%，PPI增长率还是负的，一个可能的原因是当时的超额准备金利率在7%以上。1年期市场利率在大部分时间高于1年期储蓄存款利率，但低于1年期贷款利率，贷款利率形成了市场利率的上限。从图2可以看出，由于中国特殊的官方利率体系，市场利率既不同于官方利率，但又受官方利率的严重制约。

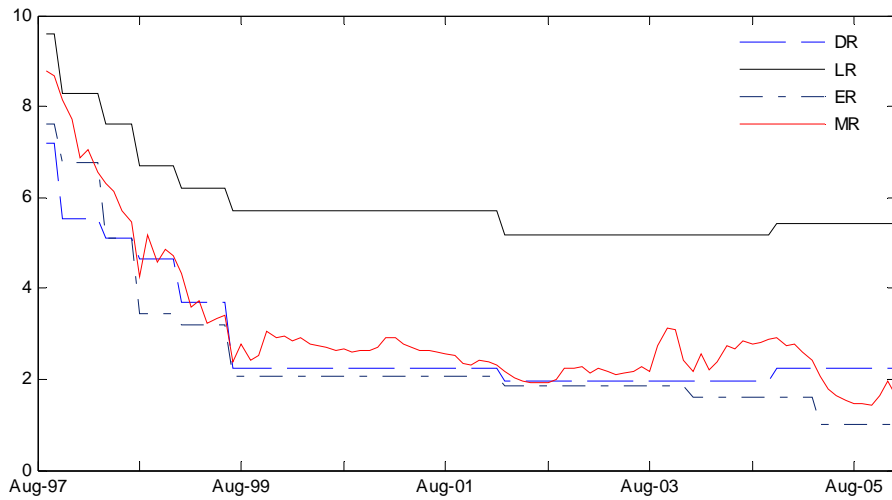


图1 债券市场利率与储蓄存款利率、贷款利率以及超额准备金利率之间的关系

Fig. 1 Market rate, deposit rate, lending rate and excessive reserve rate

(ER 代表超额准备金利率, DR 表示 1 年期存款利率, LR 代表 1 年期贷款利率, MR 代表 1 年期市场利率。)

## 1.2 经济变量、官方利率对市场利率的影响

一般认为,官方利率的调整是被动的,滞后于经济状况的变化(王红驹,2002),但官方利率对市场利率具有非常重要的影响,因此我们关心市场利率如何反映经济变量。为了分析官方利率、经济变量对市场利率的影响。我们采用一年期存款利率代表官方利率,记为  $DR$ 。由于央行在近年来以货币供给量作为宏观经济调控的操作目标和中介目标,本文用货币供应量  $M1$ 、 $M2$  的增长率作为反映货币政策的另外两个变量。用实际投资增长率( $I$ )和实际消费增长率( $C$ )作为反映实际经济的变量;用工业品出厂价格指数增长率( $PPI$ )、消费品价格指数的增长率( $CPI$ )作为反映通货膨胀率的变量。由于中国官方公布的消费和投资数据是名义数据,我们在转换成实际数据时,用固定资产投资增长率减去工业品出厂价格指数增长率求出实际投资增长率数据,用消费增长率减去消费品物价指数增长率求出实际消费增长率数据。这些变量如图 2 所示。从图 2 可以看出消费品价格指数和工业品出厂价格指数变动相当一致,工业品出厂价格指数具有一定先导作用;相对于消费品价格指数,工业品出厂价格指数波动率较大。同时可以看到货币供应量  $M1$  与物价指数变化具有很高的相关性。货币供应量高时,物价也很高;货币供应量低时,物价也很低,并且货币供应量具有一定的先导性,显示出央行可以通过控制货币供应量达到调节市场价格的目的。实际投资增长率变化较大,实际消费增长率变化较快,但变化幅度不大。

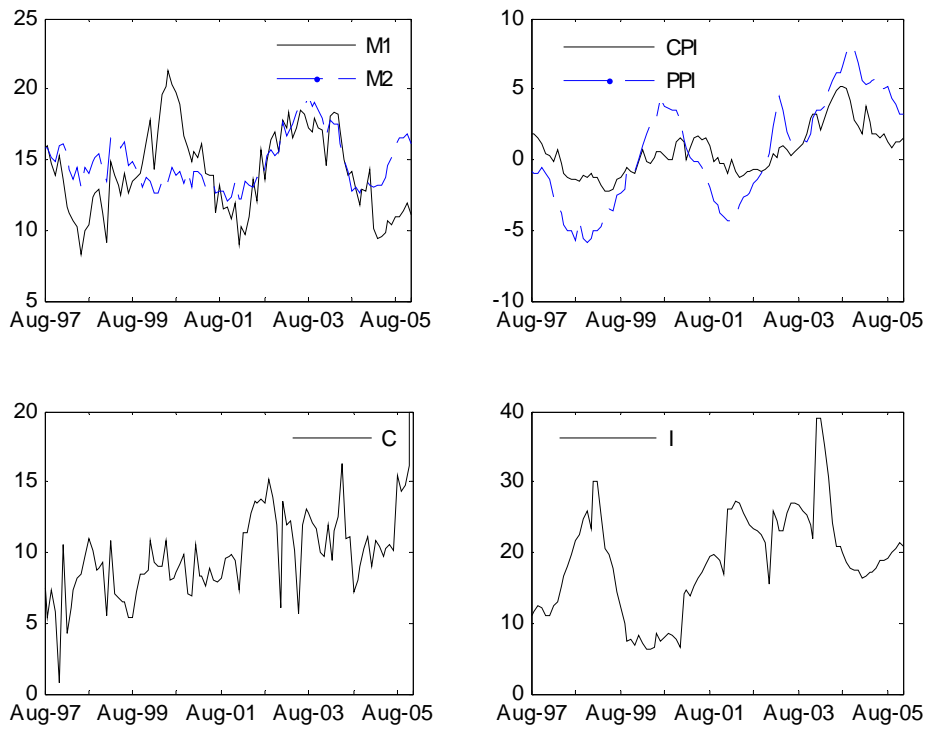


图 2 主要经济变量的同比变化率

Fig. 2 Annually growth rates of main macro economic variables

(CPI, PPI 分别表示消费品价格指数、工业品出厂价格指数同比增长率；M1, M2 分别表示货币供应量 M1, M2 的同比增长率；C, I 分别表示实际消费、实际投资的同比增长率。)

我们采用方差分解的方法反映经济变量、官方利率和市场利率的相互联系。由于不同期限市场利率之间的关系较为密切，我们采用 3 年期市场利率  $Y_t^{(3)}$  代表市场利率期限结构。构造向量自回归模型如下：

$$X_t = A_0 + \sum_{i=1}^p A_i X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

其中  $X_t$  是宏观经济变量、官方利率和市场利率构成的向量，即

$$X_t = (C_t, I_t, CPI_t, PPI_t, M1_t, M2_t, DR_t, Y_t^{(3)})'$$

根据似然比检验，选择向量自回归的滞后阶数  $p=4$ ，由方程 (1) 得到的方差分解结果见表 1。表 1 给出了各个变量短期 ( $t=1$ )、中期 ( $t=12$ )、长期 ( $t=60$ ) 预测误差中来自自身不确定性变化或者来自其他变量不确定性变化的比例。关于方差分解的详细介绍请看 Hamilton (1994)。方差分解直观反映了各个变量的相互影响大小。从表 1 可以看出，从短期来看，消费的不确定变化主要是自己的不确定性变化导致的，与其他变量的关系很小。从中期、长期来看，物价和货币供应量 M1 对实际消费变化具有一定的影响。特别要注意的是，储蓄存款利率对实际消费的影响很小，说明要想利用货币政策刺激消费，降低存款利率不是一个有效的手段。再来看影响实际投资变动的因素。从短期看，实际投资的变动与其他变量的关系很小，但从中长期来看，实际投资变动除受自己的随机波动影响外，还明显受物价 (PPI)、货币供应量 (M1) 和实际消费的影响，但与官方利率的关系不大，说明官方利率对实际投资

的影响也很小。

从中长期来看，影响消费品物价指数的变量有工业品出厂价格指数、实际消费、和货币供应量  $M1$ 。影响工业品出厂价格指数的变量主要是货币供应量  $M1$ 。从中长期来看，影响货币供应量  $M2$  的因素主要有货币供应量  $M1$ 、两个价格变量、实际消费。

影响官方利率的变量主要有实际消费和物价指数。说明官方利率制定时，参考了实际消费和物价因素。消费走低时，官方利率可能降低，以刺激消费。虽然从上面消费的分析来看，这样做的效果并不好。官方利率的制定还与物价指数密切相关。通货膨胀率走高时，官方利率也跟着调高。

从短期看市场利率明显受官方利率影响，这是很自然的，每当官方利率变化时，市场利率跟着发生调整。从中长期看，影响市场利率的因素除官方利率外，还有货币供应量  $M1$ 、物价指数  $CPI$ 。因此可以说，市场利率综合反映了官方利率、通货膨胀率、货币供应量。我们从方差分析中看到了利率虽然受制于官方利率，但它仍能反映经济变量的变化，宏观经济变量对市场利率具有显著的影响。

## 2 债券超额回报率与宏观经济变量

### 2.1 债券超额回报率决定因素的理论分析

债券的价格取决于市场利率，前面的分析告诉我们，市场利率明显受官方利率  $DR_t$ 、物价指数  $CPI_t$ 、货币供应量  $M1_t$  的影响，它们可以看作决定债券价格的经济状态变量，它们与短期利率  $r_t$  一起决定了债券的价格和债券的回报率。由于  $DR_t$  和短期利率  $r_t$  变化基本一致，而且  $DR_t$  在样本期内只取较少的几个值，因此我们用短期利率  $r_t$  代替  $DR_t$ 。决定债券价格的经济状态变量向量为

$$Y_t = [r_t, CPI_t, M1_t]'$$

影响债券价格的经济状态变量的不确定性变化形成了债券的风险，它们对债券的超额回报率可能具有解释作用。正如 Ludvigson S, Ng S. (2005) 指出的那样，如果债券的超额回报率来自于风险溢酬的理性变化，它应该与宏观经济变量相联系。为了分析债券的超额回报率是否受经济状态变量变化的影响，构造如下回归方程

$$R_t^{(i)} - r_t = \beta_0 + \sum_{k=1}^n \beta_k \times Y_{t,k} + \varepsilon_t^{(i)} \quad (2)$$

其中  $R_t^{(i)}$  是债券  $i$  的月度回报率（用名义年利率表示）， $Y_{t,k}$  是第  $k$  个经济状态变量， $n$  是向量  $Y_t$  包含的变量个数， $\varepsilon_t^{(i)}$  是随机误差项。本文假定不同债券的随机误差相互独立，但方差不同，同一个债券的随机误差序列不具有序列相关性。对随机误差的假定比较严格，主要是为了简化对方程（2）的估计。

**表 1 方差分解。**

**Table 1 Variance decomposition**

(假定向量自回归方程 (1) 的滞后阶数为 4, 根据对方程 (1) 的估计得到了预测期为 1 个月、12 个月、60 个月时各个变量的预测误差方差中来自本身和其他变量的比例。)

		C	I	CPI	PPI	M1	M2	DR	Y <sup>(3)</sup>
C									
1	month	92.6	0.5	0.5	3.8	0.1	0.0	2.5	0.0
12	months	70.9	3.2	2.2	4.4	10.7	1.7	2.5	4.3
60	months	47.3	4.0	6.4	17.9	15.7	2.8	2.2	3.8
I									
1	month	3.0	93.4	0.1	0.0	0.7	0.3	0.6	1.9
12	months	13.7	45.8	0.7	8.3	3.2	13.0	2.2	13.1
60	months	13.5	21.7	4.0	29.3	14.0	7.6	1.5	8.4
CPI									
1	month	0.3	1.5	91.2	0.1	2.4	3.9	0.1	0.6
12	months	17.3	5.4	43.2	14.8	6.2	5.9	3.0	4.0
60	months	13.3	6.4	21.0	27.4	20.3	6.5	2.2	2.9
PPI									
1	month	1.9	10.6	4.1	79.2	0.6	0.8	2.1	0.7
12	months	6.9	4.2	1.6	65.1	1.2	2.2	5.3	13.4
60	months	7.7	7.9	6.4	46.1	13.4	4.3	4.4	9.7
M1									
1	month	9.7	5.6	13.3	0.2	67.5	0.5	1.0	2.3
12	months	12.6	2.9	26.6	10.1	37.7	1.5	4.2	4.4
60	months	12.3	3.9	23.6	16.3	31.9	3.8	3.1	5.1
M2									
1	month	2.9	8.0	22.3	0.0	10.9	51.6	3.6	0.7
12	months	14.4	12.9	22.2	11.4	9.1	25.3	1.6	3.0
60	months	11.7	8.5	17.1	23.7	20.1	13.8	1.3	3.7
DR									
1	month	3.5	0.4	4.0	0.8	2.9	5.5	82.7	0.2
12	months	17.2	4.4	1.9	1.6	5.2	3.8	60.7	5.1
60	months	14.5	4.8	4.2	14.0	7.5	4.0	39.6	11.4
Y <sup>(3)</sup>									
1	month	4.6	0.3	4.6	0.4	4.6	0.4	27.4	57.8
12	months	9.6	0.8	4.9	0.4	23.5	2.1	25.3	33.5
60	months	9.1	2.2	14.4	4.1	20.9	6.1	18.4	24.7

(2) 式一个缺点是假定不同债券的超额回报率受经济状态变量的影响大小相同。实际上,由于不同债券的久期不同,状态变量对它们的超额回报率的影响大小可能不同,同一个债券的久期也会随着债券到期日的临近而减小。为了分析状态变量对不同期限债券的不同影响,更合理的假定是假定不同债券的  $\beta_k$  不同,并且随时间发生变化。为简便,假定  $\beta_k$  为久期的线性函数,即

$$\beta_k^{(i)} = \beta_{k,0} + \beta_{k,1} D_t^{(i)}$$

其中  $D_t^{(i)}$  是债券  $i$  在时间  $t$  的久期。在这些假定下,(2) 式变为

$$R_t^{(i)} - r_t = \beta_0 + \sum_{k=1}^n (\beta_{k,0} + \beta_{k,1} \times D_t^{(i)}) \times Y_{t,k} + \varepsilon_t^{(i)} \quad (3)$$

仍然假定不同债券的随机误差  $\varepsilon_t^{(i)}$  相互独立,但方差不同,同一个债券的随机误差序列不具有序列相关性。

## 2.2 债券超额回报率决定因素的实证分析

数据来自上海证券交易所债券市场。由于 1997 年 8 月前债券数量较少,交易也不活跃,我们的样本数据从 1997 年 8 月至 2005 年 12 月。共采用 14 个国债的月度回报率数据,这 14 个国债的回报率具有不同的数据样本区间,回报率数据的样本区间见表 2。数据的选取遵循如下原则:

- (1) 剔除浮息债券;
- (2) 剔除整个样本期间交易日期不足 12 个月的债券;
- (3) 没有考虑 2002 年后上市的债券。
- (4) 剔除债券到期前一个月的回报率数据。

大量债券在 2002 年后上市,如果把它们放进样本数据,研究结果就会主要受 2002 年后债券市场特点的影响。2002 年到 2005 年是一个小幅的升息周期,而 1998 年至 2000 年是一个明显的降息周期。整个样本期间涵盖了升息和降息阶段,能够较全面地反映经济变量对债券回报率的影响。债券的月度回报率计算公式为:

如果当月为非付息日,债券的回报率为

$$R_t^{(i)} = 12 \times 100 \times [\ln(B_{t+1}^{(i)} + CI_{t+1}^{(i)}) - \ln(B_t^{(i)} + CI_t^{(i)})]$$

其中  $B_t^{(i)}$  代表债券  $i$  在时间  $t$  的净交易价,  $CI_t^{(i)}$  代表债券  $i$  在时间  $t$  的累积利息。如果当月债券支付利息,债券的回报率为

$$R_t^{(i)} = 12 \times 100 \times [\ln(B_{t+1}^{(i)} + CI_{t+1}^{(i)} + C^{(i)}) - \ln(B_t^{(i)} + CI_t^{(i)})]$$

其中  $C^{(i)}$  为债券每次利息支付时支付的利息。为了计算债券的超额回报率,我们用银行间市场 1 个月期回购利率作为无风险利率  $r_t$ 。银行间市场的回购利率被广大投资者认为是最具代表性的市场短期利率。由于不同债券在同一个时间点的回报率表现具有相似性,图 3 给出了



这些债券的简单平均超额回报率的时间序列变化图。可以看出,伴随着经济的降息和高利率,债券在期初的超额回报率较大;债券在 2003 年末的超额回报率达到最低点,对应着物价指数 CPI 的明显上升。

表 2 债券的代码、样本起始日、结束日、和样本起始日时债券的久期

(注:这里的债券代码是债券代码的最后 4 位。)

债券代码	*0396	*0696	*0796	*0896	*9701	*9703	*9704
样本起始日	Aug-97	Aug-97	Aug-97	Aug-97	Aug-97	Aug-97	Oct-97
起始日债券的久期	1.53	5.49	1.85	4.31	1.36	2.52	6.22
样本结束日	Jan-99	Dec-05	Jun-99	Aug-03	Nov-98	Feb-00	Dec-05
债券代码	*9905	*9908	*0103	*0107	*0110	*0112	*0115
样本起始日	Sep-99	Oct-99	May-01	Aug-01	Oct-01	Nov-01	Jan-02
起始日债券的久期	6.83	8.29	6.06	13.33	8.45	8.45	6.12
样本结束日	Dec-05	Dec-05	Dec-05	Dec-05	Dec-05	Dec-05	Dec-05

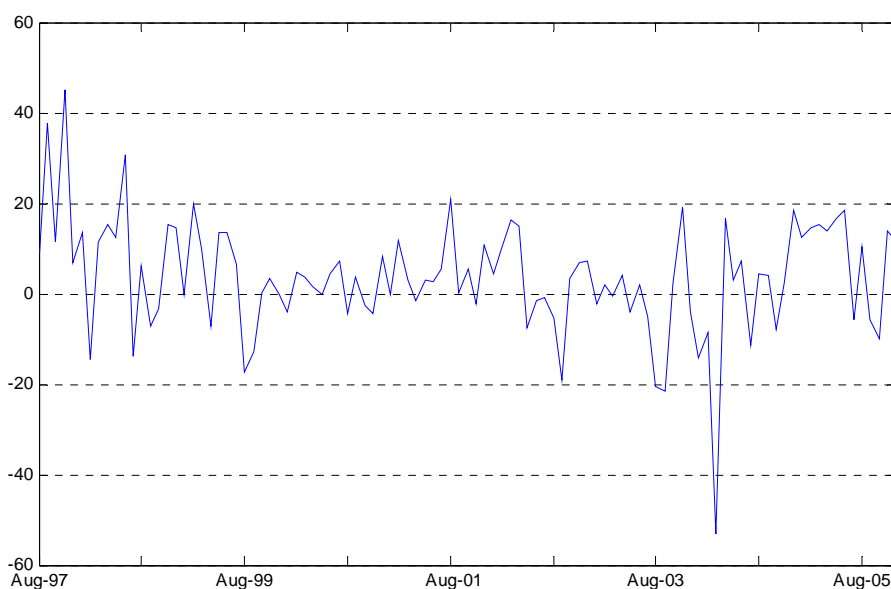


图 3 14 个样本债券的平均月超额回报率

本文利用马尔科夫链蒙特卡罗模拟方法(MCMC)估计方程(2) 方程(3)的参数和  $\varepsilon_t^{(i)}$  的方差。具体估计方法见附录。在估计方程(2)和方程(3)时,对  $r_t$  我们采用时间  $t$  的数据,因为  $r_t$  的变化能够迅速反映在债券市场上,但对其它经济变量,我们采用滞后 2 个月的数据,这些宏观经济数据一般滞后一到两个月公布。因此在估计方程(2)时,实际上是估计的如下方程

$$R_t^{(i)} - r_t = \beta_0 + \beta_{r,0} r_t + \beta_{CPI,0} CPI_{t-2} + \beta_{M1,0} M1_{t-2} + \varepsilon_t^{(i)} \quad (4)$$

在估计方程(3)式时,实际上是估计的如下方程

$$R_t^{(i)} - r_t = \beta_0 + \beta_{r,0} r_t + \beta_{r,1} \times (D_t^{(i)} \times r_t) + \beta_{CPI,0} CPI_{t-2} + \beta_{CPI,1} \times (D_t^{(i)} \times CPI_{t-2}) + \beta_{M1,0} M1_{t-2} + \beta_{M1,1} \times (D_t^{(i)} \times M1_{t-2}) + \varepsilon_t^{(i)} \quad (5)$$

方程(4), 方程(5)的估计结果见表3。从方程(4)的估计结果可以看到, 债券的超额回报率与市场短期利率高度相关, 市场短期利率越高, 债券的超额回报率也越高。这与很多利率模型的假定一致, 例如 CIR 模型假定债券的风险溢价是市场短期利率的函数; 通货膨胀率越高, 债券的超额回报率也越大。这与 Brandt, M. W. and Wang K. Q. (2003), Ludvigson S, Ng S(2006)关于美国市场的实证分析一致。Brandt, M. W. and Wang K. Q.给出的一种解释为, 由于市场利率对物价指数非常敏感, 物价指数升高时, 投资者意识到投资风险的突然增加, 风险厌恶程度加大, 因此对债券要求更高的回报率。实证分析还表明, 货币供给量增长率增加时, 债券的超额回报率降低。一个可能的解释为, 如果货币供应量的增加是政府为了刺激经济, 说明经济将进入新的增长时期, 投资者对未来比较乐观, 投资者对债券要求的超额回报率也走低。如果货币供应量的增加来自消费和投资的增加, 也一般表明当前的经济形势较好, 投资者风险厌恶程度较小。

方程(5)的估计结果除与方程(4)的估计结果基本一致外, 还反映了不同期限债券的超额回报率受经济状态变量影响的差别。短期市场利率对不同期限债券的超额回报率的影响没有明显差别; 在通货膨胀率很大时, 债券的超额回报率越大, 但由于  $\beta_{CPI,1}$  为负值, 期限长的债券的超额回报率受到的影响较小; 在货币供给量增加时, 债券的预期超额回报率降低, 不同期限债券的超额回报率受到的影响没有明显差别。值得一提的是, 如果使用滞后6个月的宏观经济数据对方程(5)进行估计,  $\beta_{CPI,1}$  为正值<sup>1</sup>, 其他变量的符号与表3一致。可能的解释是, 债券市场对通货膨胀率过于敏感, 通货膨胀率的突然增加, 将导致长期债券的价格下跌更大, 但市场很快发现这种反应是过度的, 长期债券价格有一定的回升, 从而导致前面的实证结果。如果这种解释成立, 利用滞后6个月的数据得到的  $\beta_{CPI,1}$  的估计值更能从理性上反映通货膨胀率对债券超额回报率的影响。

表3 债券超额回报率与经济状态变量的关系

参数	$\beta_0$	$\beta_{r,0}$	$\beta_{r,1}$	$\beta_{CPI,0}$	$\beta_{CPI,1}$	$\beta_{M1,0}$	$\beta_{M1,1}$
方程(4)参数的估计结果							
估计值	13.93	2.96		0.59		-1.32	
(t-统计值)	(8.64)	(30.94)		(13.11)		(-14.26)	
方程(5)参数的估计结果							
估计值	13.76	2.18	0.17	0.94	-0.06	-1.21	-0.02
(t-统计值)	(8.56)	(5.61)	(1.94)	(11.72)	(-4.08)	(-7.73)	(-1.59)

### 3 小结

本文研究了从1997年8月至2005年12月, 中国债券市场的表现。从1997年至2000年, 中国宏观经济可以看成是一个降息过程, 从2003年底至2005年可以看成是一个小幅的升息过程, 因此样本区间涵盖了一个完整的利息变化周期。研究发现债券价格明显受官方利率、物价指数、货币供应量的影响。根据金融理论, 它们的不确定性变化可能影响到债券的

<sup>1</sup> 利用滞后6个月的宏观经济数据对  $\beta_{CPI,1}$  的估计结果为0.31, t统计值为50.31。

预期超额回报率。实证分析表明，市场短期利率越大，债券的超额回报率越大；通货膨胀率越高，债券的超额回报率也越大；债券的超额回报率与货币供给量增长率显著负相关，货币供给量增加越快，债券的超额回报率越小。

### 参考文献

- Backus D, Foresi S, Mozumdar A, Wu L. Predictable changes in yields and forward rates[R]. NBER working paper 6379, 1998
- Balduzzi P, Bertola G, and Foresi S. A model of target changes and the term structure of interest rates [J]. *Journal of Monetary Economics*, 1997, 29: 23-24
- Berkaert G, Hodrick R, Marshal D. On biases in the tests of the expectations hypothesis of the term structure of interest rates [J]. *Journal of Financial Economics*, 1997, 44: 309-348
- Brandt M. W. and Wang K. Q. Time-varying risk aversion and unexpected inflation [J]. *Journal of Monetary Economics*, 2003, 50: 1457-1498
- Campbell J. A defense of traditional hypothesis about the term-structure of interest rates [J]. *Journal of Finance*, 1986, 41, 183-193
- Campbell J, Shiller R. Yield spreads and interest rate movements: a bird eye's view [J]. *Review of Financial Studies*, 1991, 58: 95-514
- Cochrane J, Piazzesi M. Bond risk premia [J]. *The America Economic Review*, forthcoming
- Cox J, Ingersoll J, Ross S. A reexamination of traditional hypothesis about the term structure of interest rates[J]. *Journal of Finance*, 1981, 36: 321-346
- De Bondt W. F. M. and Bange M. M. Inflation forecast errors and time-variation in the term premia [J]. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 1992,27(2): 358-373
- Duffee G. Term premia and interest rate forecasts in affine model [J]. *Journal of Finance*, 2002, LVII(1):405-443
- Fama E, Bliss R. The information in the long-maturity rates [J]. *American Economic Review*, 1987, 77: 680-692
- Fan L, Zhang C. The Chinese interbank repo market: an analysis of term premiums [J]. *Journal of Futures markets*, 2006, 26 (2): 153-167
- Fan L, Zhang C. Beyond segmentation: The case of China's repo markets [J]. *Journal of Banking and Finance*, forthcoming
- Hamilton J. Time series analysis [M]. Princeton University Press, Princeton: New Jersey, 1994
- Longstaff F. The term structure of very short term rates: new evidence for the expectations hypothesis [J]. *Journal of Financial Economics*, 2000, 58: 397-415
- Ludvigson S, Ng S. Macro factor in bond risk premia [R], NBER working paper W11703, 2005
- 王红驹. 中国货币政策有效性研究[M]. 中国人民大学出版社, 北京, 2002

## 附录：债券超额回报率解释因素的实证分析方法

根据回归方程 (2), 债券的超额回报率满足回归模型

$$XR_t^{(i)} = \beta_0 + \sum_{k=1}^n \beta_k \times Y_{t,k} + \varepsilon_t^{(i)} \quad (A1)$$

其中  $XR_t^{(i)}$  是债券  $i$  的超额回报率 ( $i=1,2,\dots,m$ )。如果在时间  $t$ , 债券  $i$  没有交易数据 (没上市, 或已到期。), 它的超额回报率表示为

$$XR_t^{(i)} = 0$$

时间  $t$  超额回报率向量记为

$$XR_t = (XR_t^{(1)}, XR_t^{(2)}, \dots, XR_t^{(m)})'$$

参数向量记为

$$\gamma = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n)'$$

如果债券  $i$  在时间  $t$  有交易数据, 它的超额回报率的解释变量向量为

$$X_t^{(i)} = (1, Y_{t,1}, Y_{t,2}, \dots, Y_{t,n})$$

如果债券  $i$  在时间  $t$  没有交易数据, 它的超额回报率的解释变量向量为

$$X_t^{(i)} = (0, 0 \dots, 0)$$

时间  $t$  解释变量矩阵为

$$X_t = (X_t^{(1)'}, X_t^{(2)'}, \dots, X_t^{(m)'})$$

随机误差向量记为

$$\varepsilon_t = (\varepsilon_t^{(1)}, \varepsilon_t^{(2)}, \dots, \varepsilon_t^{(m)})$$

随机误差  $\varepsilon_t$  的协方差阵记为

$$\Omega = E(\varepsilon_t \varepsilon_t') = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & 0 \dots 0 \\ 0 & \sigma_2^2 \dots 0 \\ \dots & \dots \\ 0 & 0 \dots \sigma_m^2 \end{pmatrix}$$

这相当于假定不同债券的随机误差互不相关, 但各自的方差不同。进一步假定具有交易数据的债券的超额回报率的随机误差服从正态分布, 则样本的似然函数为

$$p(XR_t | X_t, \gamma, \Omega) \propto \prod_{i=1}^m (\sigma_i^2)^{-T_i/2} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T [(XR_t - X_t \gamma)' \Omega^{-1} (XR_t - X_t \gamma)] \right\} \quad (A2)$$

其中  $T$  是整个样本区间的大小,  $T_i$  是第  $i$  个债券的样本区间的大小 ( $T_i \leq T$ )。假定先验分

布为

$$p(\gamma) \sim N(\gamma_0, B_0^{-1})$$

$$p(\sigma_i^2) \sim IG(b_i, B_i)$$

其中  $IG$  表示 Inverse Gamma distribution。再假定先验分布之间相互独立。

$(\gamma, \sigma_i^2: i = 1, 2, \dots, m)$  的后验联合分布为

$$p(\gamma) \prod_{i=1}^m p(\sigma_i^2) \times \prod_{i=1}^m (\sigma_i^2)^{-T_i/2} \exp\left\{-\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T [(XR_t - X_t \gamma)' \Omega^{-1} (XR_t - X_t \gamma)]\right\}$$

$\gamma$  的后验分布为

$$\begin{aligned} h(\gamma) &\propto \exp\left(-\frac{1}{2}(\gamma - \gamma_0)' B_0 (\gamma - \gamma_0)\right) \exp\left[-\frac{1}{2} \left(\gamma' \sum_{t=1}^T X_t' \Omega^{-1} X_t \gamma - 2\gamma' \sum_{t=1}^T X_t' \Omega^{-1} XR_t\right)\right] \\ &\propto \exp\left[-\frac{1}{2} [(\gamma - \hat{\gamma})' B_n (\gamma - \hat{\gamma})]\right] \end{aligned}$$

其中

$$B_n = B_0 + \sum_{t=1}^T X_t' \Omega^{-1} X_t$$

$$\hat{\gamma} = B_n^{-1} (B_0 \beta_0 + \sum_{t=1}^T X_t' \Omega^{-1} XR_t)$$

$\gamma$  的后验分布仍是正态分布，具体形式为

$$\gamma | XR_t, X_t, \sigma_i^2 \sim N(\hat{\gamma}, B_n^{-1})$$

再来看  $\sigma_i^2$  的后验分布。其先验密度函数为

$$p(\sigma_i^2) \propto \left(\frac{1}{\sigma_i^2}\right)^{b_i+1} \exp(-B_i / \sigma_i^2)$$

后验密度函数为

$$\begin{aligned} h(\sigma_i^2) &\propto \left(\frac{1}{\sigma_i^2}\right)^{b_i+1} \exp\left(-\frac{B_i}{\sigma_i^2}\right) \left(\frac{1}{\sigma_i^2}\right)^{T_i/2} \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma_i^2} \sum_{t=t_i}^{t_i+T_i-1} [(XR_t^{(i)} - X_t^{(i)} \gamma)' (XR_t^{(i)} - X_t^{(i)} \gamma)]\right\} \\ &\propto \left(\frac{1}{\sigma_i^2}\right)^{b_i+T_i/2+1} \exp\left\{-\frac{1}{\sigma_i^2} \left[B_i + \frac{1}{2} \sum_{t=t_i}^{t_i+T_i-1} [(XR_t^{(i)} - X_t^{(i)} \gamma)' (XR_t^{(i)} - X_t^{(i)} \gamma)]\right]\right\} \\ &\sim IG(b_i + T_i/2, B_i + \frac{1}{2} \sum_{t=t_i}^{t_i+T_i-1} (XR_t^{(i)} - X_t^{(i)} \gamma)' (XR_t^{(i)} - X_t^{(i)} \gamma)) \end{aligned}$$

其中  $t_i$  表示第  $i$  个债券的样本开始时间。因此  $\sigma_i^2$  的后验分布仍是 Inverse Gamma distribution，

两个参数分别是  $b_i + T_i / 2$  ,  $B_i + \frac{1}{2} \sum_{t=t_i}^{t_i+T_i-1} (XR_t^{(i)} - X_t^{(i)} \gamma)' (XR_t^{(i)} - X_t^{(i)} \gamma)$ 。

有了后验分布，就可以按标准的 MCMC 方法对参数进行估计。