

论文复刻:Investor Sentiment Aligned: A Powerful Predictor of Stock Returns

董心诣 邓羨韵 郭玖俐 谢妤晴 祝奕忱

中央财经大学

2023 年 12 月 8 日

目录

1 Econometric Methodology

- 摘要
- PLS 估计方法及结果

2 Data

- PLS 估计结果
- 指标比较

3 Empirical Results

- Forecasting the Market
- Comparison with Economic Predictors
- Out-of-Sample Forecasts
- Predictability with Longer Horizons
- Asset Allocation Implications
- Forecasting Characteristics Portfolios

4 Economic Explanations

- Cash Flow and Discount Rate Predictability
- Market-Volatility Risk

小组分工

章节	主题	分工
1	Econometric Methodology	董心诣
2	Data	董心诣
3.1	Forecasting the Market	董心诣
3.2	Comparison with Economic Predictors	郭玖俐
3.3	Out-of-Sample Forecasts	谢妤晴
3.4	Predictability with Longer Horizons	谢妤晴
3.5	Asset Allocation Implications	祝奕忱
3.6	Forecasting Characteristics Portfolios	邓羨韵
4.1	Cash Flow and Discount Rate	祝奕忱
4.3	Market-volatility risk	邓羨韵

1.1 摘要

- 本篇论文提出了一个新的投资者情绪指数，它与预测股票市场目的相一致。
- 通过消除情感代理中常见的噪声成分，新的指数比现有的情感指数在样本内和样本外都有更大的预测能力，并且可预测性变得既具有统计意义又具有经济意义。
- 此外，它优于公认的宏观经济变量，也可以预测按行业、规模、价值和动量排序的横截面股票收益。
- 预测能力的驱动力来源于投资者对未来现金流的有偏信念。

1.2 PLS 估计方法

- 假设：下一期的期望收益率可以被当期的投资者情绪线性解释，即

$$E_t(R_{t+1}) = \alpha + \beta S_t \quad (1)$$

$$R_{t+1} = E_t(R_{t+1}) + \varepsilon_{t+1} = \alpha + \beta S_t + \varepsilon_{t+1} \quad (2)$$

- 假设： $x_{i,t}$ 具有如下的结构：

$$x_{i,t} = \eta_{i,0} + \eta_{i,1} S_t + \eta_{i,2} E_t + e_{i,t}, \quad i = 1, \dots, N \quad (3)$$

- PLS 等价于两步 OLS 回归：

$$x_{i,t-1} = \pi_{i,0} + \pi_i R_t + u_{i,t-1}, \quad t = 1, \dots, T \quad (4)$$

$$x_{i,t} = c_t + S_t^{\text{PLS}} \hat{\pi}_i + v_{i,t}, \quad i = 1, \dots, N \quad (5)$$

2.1 PLS 估计结果

- 变量及其含义如下表：

变量名称	含义
市场收益率	S&P500 对数超额收益率
Close-end fund discount rate (CEFD)	流通市值加权封闭式股票型共同基金份额的净资产 价值与其市场价格的平均差额
Number of IPOs (NIPO)	首次公开发行股票月数
First-day returns of IPOs (RIPO)	首次公开发行的月度平均首日收益率
Dividend premium (PDND)	股利支付者和非股利支付者的流通市值加权平均市 账比对数之差
Equity share in new issues (EQTI)	每月股本总额除以每月股本总额加发债额
BW 指数	对 CEFD、NIPO、RIPO、PDND 和 EQTI 5 个情绪 代理变量进行主成分提取得到

- 数据区间为 1965 年 7 月至 2022 年 6 月（共 683 条）。值得注意的是，在 Baker 和 Wurgler 的文章中使用了 6 个原始变量，比这里多 1 个变量：TURN，股票的换手率。但是由于机构高频交易导致换手率的含义出现了变化，Wurgler 将其舍弃。

2.1 PLS 估计结果

- PLS 回归结果:

$$S^{PLS} = -0.24CEFD + 0.47NIPO + 0.76RIPO \\ -0.44PDND + 0.54EQTI \quad (6)$$

- 数据的描述性统计如下表:

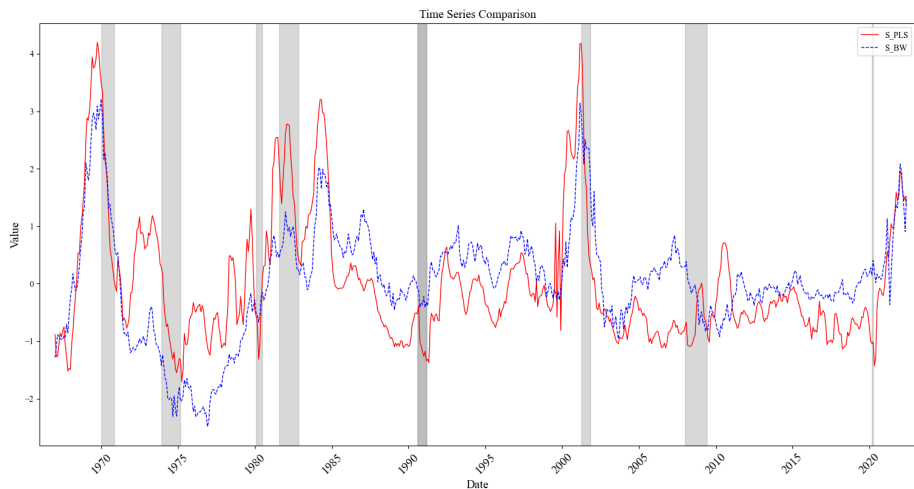
表: Summary Statistics

	Mean	Std	Skew	Kurt	Min	Max	$\rho(1)$	SR
R^m (%)	0.22	3.69	-1.22	5.00	-22.88	11.34	0.24	0.06
R^f (%)	0.37	0.28	0.61	0.42	0.00	1.35	0.98	
S^{PLS}	0.00	1.00	1.58	2.36	-1.71	4.20	0.97	
S^{BW}	0.00	1.00	0.19	1.13	-2.49	3.21	0.98	

其中, SR 表示夏普比率。 S^{BW} 和 S^{PLS} 的 Pearson 相关系数为 0.66。

2.2 指标比较

在对原始变量进行预处理之后，我们进行了全样本的 PLS 回归。这里的预处理遵循文章（平滑 6 期，对宏观变量正交，标准化）。灰色区域表示衰退期。



3.1 Forecasting the Market

- 为检验情绪指标是否对下一期超额收益率有预测能力，我们把如下公式作为基准回归进行检验：

$$R_{t+1}^m = \alpha + \beta S_t^k + \epsilon_{t+1}, \quad k = PLS, BW, EW, PLS(bias - free) \quad (7)$$

- 其中， S^{EW} 表示对 5 个原始代理变量进行等权重加权指标， $S^{PLS(bias-free)}$ 表示通过迭代回归去除数据窥探问题后的指标
- 除了一般的 R^2 外，我们还计算了能够反应情绪指数对经济周期不同阶段中股票回报率预测性的 R_c^2 ，计算公式为：

$$R_c^2 = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T I_t^c(\epsilon_{i,t}^2)}{\sum_{t=1}^T I_t^c(R_t^m - \bar{R}^m)^2}, \quad c = up, down, high, low \quad (8)$$

3.1 Forecasting the Market

结果显示, S^{BW} 的回归系数不显著, 这与 Baker 和 Wurgler 的论文结果一致。经过改进后的 S^{PLS} 和 $S^{PLS(bias-free)}$ 回归系数显著, 说明投资者情绪指标对股票超额收益率具有预测能力。

	β	t-stat	$R^2(\%)$	$R_{up}^2(\%)$	$R_{down}^2(\%)$	$R_{high}^2(\%)$	$R_{low}^2(\%)$
S_{BW}	-0.24	-1.65	0.40	0.45	0.30	0.83	0.14
S_{EW}	-0.58*	-1.71	0.40	0.67	-0.06	0.51	0.40
S_{PLS}	-0.44***	-3.47	1.80	1.59	2.19	3.25	0.87
$S_{PLS(bias-free)}$	-0.43***	-2.71	1.40	1.42	1.32	1.65	1.24
ripo	0.06	0.31	0.00	-0.13	0.34	-0.06	0.06
nipo	-0.05	-0.30	0.00	0.01	0.03	0.09	-0.03
cefd	0.14	0.97	0.00	-0.09	0.65	0.30	0.04
Kitchen Sink			0.02	1.86	4.98	3.89	2.18

3.2 Comparison with Economic Predictors

本小节中我们挑选了 12 个经济预测因子与 S^{PLS} 进行比较，数据来源于 Welch 和 Goyal(2008)

变量名	统计量
DP	Dividend-price ratio
EP	Earnings-price ratio
DE	Dividend-payout ratio
SAVR(%)	Stock return variance
BM	Book-to-market ratio
NTIS	Net equity expansion
TBL(%)	Treasury bill rate
LTY(%)	Long-term yield
LTR(%)	Long-term return
TMS(%)	Term spread
DFY(%)	Default yield spread
INFL(%)	Inflation

3.2 Comparison with Economic Predictors

12 个经济预测因子的描述性统计如表所示：

	Mean	Std	Skew	Kurt	Min	Max	$\rho(1)$
DP	-3.65	0.42	0.06	-0.99	-4.52	-2.75	0.99
EP	-2.87	0.45	-0.51	2.12	-4.84	-1.90	0.99
DE	-0.78	0.31	3.00	16.35	-1.24	1.38	0.99
SAVR(%)	0.24	0.52	9.90	117.96	0.02	7.32	0.39
BM	0.48	0.27	0.88	-0.32	0.12	1.21	1.00
NTIS	0.01	0.02	-0.43	-0.19	-0.06	0.05	0.98
TBL(%)	4.50	3.36	0.61	0.40	0.01	16.30	0.99
LTY(%)	6.37	2.94	0.40	-0.12	0.62	14.82	0.99
LTR(%)	0.61	3.08	0.35	2.03	-11.24	15.23	0.06
TMS(%)	1.86	1.46	-0.39	-0.10	-3.65	4.55	0.96
DFY(%)	1.06	0.43	1.91	4.84	0.55	3.38	0.96
INFL(%)	0.33	0.37	-0.07	2.98	-1.92	1.81	0.60

单变量预测回归

- 分别用 12 个因子对标普 500 超额收益率进行预测，方程如下：

$$R_{t+1}^m = \alpha + \psi Z_t^k + \epsilon_{t+1} \quad k=1, \dots, 12 \quad (9)$$

- 根据回归结果可知，在 12 个因子中，SAVR、TBL、LTY、LTR、INFL 在 5% 以上的显著性水平上对市场有显著的预测能力。而在上述五个显著的因子中，仅有一个因子 (LTR) 的 R^2 大于 2%。因此 S^{PLS} 优于除 LTR 外的 11 个经济预测指标

Panel A: Univariate predictive regressions			
	$R_{t+1}^m = \alpha + \psi Z_t^k + \epsilon_{t+1}$		
	ψ	t-stat	$R^2(\%)$
DP	-0.42	-1.22	0.23
EP	-0.52	-1.62	0.40
DE	0.32	0.69	0.07
SAVR	-0.95***	-3.47	1.78
BM	-0.92	-1.73	0.45
NTIS	-9.18	-1.31	0.26
TBL	-0.13**	-3.06	1.39
LTY	-0.12*	-2.44	0.89
LTR	0.19***	4.09	2.47
TMS	0.21	2.12	0.67
DFY	0.43	1.29	0.25
INFL	-1.35***	-3.48	1.79

双变量预测回归

- 将 S^{PLS} 分别与 12 个因子进行双变量预测回归，方程如下：

$$R_{t+1}^m = \alpha + \beta S^{PLS} \psi Z_t^k + \epsilon_{t+1} \quad k=1, \dots, 12 \quad (10)$$

- 根据回归结果可知，双变量预测回归的 R^2 明显大于单变量预测回归的 R^2 且每一个都具有统计学意义，说明 S^{PLS} 包含更多的预测信息。

Panel B: Bivariate predictive regressions					
$R_{t+1}^m = \alpha + \beta S_t^{PLS} + \psi Z_t^k + \epsilon_{t+1}$					
	β	t-stat	ψ	t-stat	$R^2(\%)$
DP	-0.43***	-3.33	-0.32	-0.94	1.87
EP	-0.42***	-3.29	-0.42	-1.33	2.00
DE	-0.44***	-3.41	0.29	0.65	1.80
SAVR	-0.45***	-3.56	-0.97***	-3.60	3.62
BM	-0.41**	-3.18	-0.64	-1.20	1.95
NTIS	-0.43**	-3.16	-1.01	-0.14	1.74
TBL	-0.34*	-2.51	-0.09*	-1.99	2.32
LTY	-0.38**	-2.81	-0.07	-1.46	2.05
LTR	-0.42***	-3.31	0.18***	4.00	4.05
TMS	-0.40**	-3.08	0.15	1.52	2.08
DFY	-0.45***	-3.53	0.51	1.55	2.09
INFL	-0.39**	-3.09	-1.22**	-3.15	3.19

3.3 Out-of-Sample Forecasts

- 第一步，使用到 t 的可用信息来预测 $t + 1$ 时的股票收益

$$\hat{R}_{t+1}^m = \hat{\alpha}_t + \hat{\beta}_t S_{1:t;t}^k \quad (11)$$

- 其中， $\hat{\alpha}_t$ 和 $\hat{\beta}_t$ 是 $\{R_{s+1}^m\}_{s=1}^{t-1}$ 对 $\{S_{1:t;s}^k\}_{s=1}^{t-1}$ 与一个常数项做回归的结果。在本节，我们检测了 S^{PLS} 、 S^{BW} 、 S^{EW} 、 S^{Com} 的显著性
- 选择一个固定的数字 p ，作为初始样本训练的终点，以便在 $t=p+1, p+2, \dots, t$ 时刻估计未来的期望收益。因此，有 $q(= T - p)$ 个样本外预测，即 $\{R_{t+1}^m\}_{t=p}^{T-1}$
- 更具体地说，我们使用 1965:07 至 1984:12 的数据作为初始估计期，因此预测评估期为 1985:01 至 2010:12 以及加入新的数据后的 1985:01 至 2022:05

3.3 Out-of-Sample Forecasts

- 第二步，进行三个显著性检验

- Campbell and Thompson (2008) 的 R_{OS}^2 统计量

$$R_{OS}^2 = 1 - \frac{\sum_{t=p}^{T-1} (R_{t+1}^m - \hat{R}_{t+1}^m)^2}{\sum_{t=p}^{T-1} (R_{t+1}^m - \bar{R}_{t+1}^m)^2}$$

- DM 检验：Diebold 和 Mariano(1995) 经 McCracken(2007) 修正的 t 统计量

$$d_{i,t+1} = (R_{t+1}^m - \hat{R}_{s+1}^m)^2 - (R_{t+1}^m - \bar{R}_{s+1}^m)^2$$

- CW 检验：Clark 和 West (2007) 的 MSFE 调整统计量

$$\hat{f}_{i,t} = d_{i,t+1} + (\bar{R}_{t+1}^m - \hat{R}_{s+1}^m)^2$$

结果

● 1985:01—2010:12

	$R_{OS}^2(\%)$	DM-test	CW-test	$R_{OS,up}^2(\%)$	$R_{OS,down}^2(\%)$
S^{BW}	-1.57	1.16	-0.12	-7.11	4.84
S^{EW}	-1.34	0.76	0.64	-1.61	-4.29
S^{Com}	0.93	-0.36	2.01**	-5.64	9.26
S^{PLS}	1.32	1.66*	1.74**	-1.49	2.98

● 1985:01—2022:10

	$R_{OS}^2(\%)$	DM-test	CW-test	$R_{OS,up}^2(\%)$	$R_{OS,down}^2(\%)$
S^{BW}	-3.00	2.43**	-0.99	-10.41	6.18
S^{EW}	-1.00	0.70	0.82	-2.54	-2.58
S^{Com}	0.00	0.00	2.06**	-8.92	12.10
S^{PLS}	0.45	-0.56	1.19	-3.78	3.86

● 经济解释：

- 缺失 TURN 后，情绪指数的预测能力受到影响
- 进行回归、预测的初始样本为 1966:12-1984:12，相较原文的 1965:07-1984:12 有所缺失

3.4 Predictability with Longer Horizons

$$R_{t \rightarrow t+h}^m = \alpha + \beta S_t^k + \varepsilon_{t \rightarrow t+h}, \quad k = \text{PLS, BW}, \quad (12)$$

Horizon	S^{PLS}				S^{BW}			
	β	t-stat	R^2 (%)	R_{OS}^2 (%)	β	t-stat	R^2 (%)	R_{OS}^2 (%)
1 month	-0.44***	-3.47	1.80	1.32	-0.24	-1.65	0.40	-1.57
3 month	-1.33***	-5.31	4.08	2.64	-0.59**	-2.03	0.62	-3.10
6 month	-2.64***	-7.09	7.09	3.68	-1.12**	-2.54	0.97	-5.04
9 month	-3.60***	-7.71	8.32	3.40	-1.50***	-2.69	1.09	-6.76
12 month	-4.37***	-7.98	8.88	2.56	-1.57**	-2.39	0.87	-8.38
24 month	-4.87***	-6.11	5.51	-19.32	0.91	0.96	0.14	-12.62

3.5 Asset Allocation Implications

- 我们根据一致的投资者情绪指数 S^{PLS} 来研究股市预测的经济价值。计算了最佳配置的均值方差投资者的夏普比率使用样本外预测回归预测跨股票和无风险资产。

$$\omega_t = \frac{1}{\gamma} \frac{\hat{R}_{t+1}^{ms}}{\hat{\sigma}_{t+1}^2} \quad (13)$$

$$R_{t+1}^p = \omega_t R_{t+1}^{ms} + R_{t+1}^f \quad (14)$$

- 投资组合的每月夏普比率：

$$\text{Sharpe ratio} = \frac{E(R_p - R_f)}{\sigma_p} \quad (15)$$

3.5 Asset Allocation Implications

- 当风险厌恶系数为 1 时，夏普比率检验结果如下图所示：

Predictor	No transaction cost		50pbs transaction cost	
	Sharpe ratio	P-value	Sharpe ratio	P-value
S ^{PLS}	0.29	0.14	0.28	0.11
S ^{BW}	0.23	0.89	0.23	0.94
S ^{EW}	0.17	0.35	0.17	0.58
S ^{COM}	0.28	0.27	0.28	0.76

- 当风险厌恶系数为 3 时，夏普比率检验结果如下图所示：

Predictor	No transaction cost		50pbs transaction cost	
	Sharpe ratio	P-value	Sharpe ratio	P-value
S ^{PLS}	0.25	0.01	0.25	0.06
S ^{BW}	0.23	0.77	0.22	0.84
S ^{EW}	0.15	0.86	0.15	0.72
S ^{COM}	0.16	0.21	0.13	0.13

- 当风险厌恶系数为 5 时，夏普比率检验结果如下图所示：

Predictor	No transaction cost		50pbs transaction cost	
	Sharpe ratio	P-value	Sharpe ratio	P-value
S ^{PLS}	0.18	0.03	0.18	0.05
S ^{BW}	0.14	0.10	0.14	0.09
S ^{EW}	0.11	0.81	0.10	0.64
S ^{COM}	0.25	0.06	0.24	0.08

3.6 Forecasting Characteristics Portfolios

我们将股票依次按照 industry、size、BM、momentum 分别分成 10 组，以探究 S^{PLS} 对于不同的投资组合的预测能力。

$$R_{t+1}^j = \alpha_j + \beta_j S_t^{PLS} + \epsilon_{t+1}^j \quad (16)$$

3.6 Forecasting Characteristics Portfolios

	$S^{PLS}(\%)$	t -stat	$R^2(\%)$	$S^{BW}(\%)$	t -stat	$R^2(\%)$
Panel A: Industry portfolios						
Nondurable	-0.18	-1.18	0.21	-0.01	-0.08	0.00
Durable	-0.22	-0.89	0.12	-0.16	-0.57	0.05
Manufacture	-0.35**	-1.99	0.60	-0.22	-1.10	0.18
Energy	-0.11	-0.50	0.04	-0.13	-0.54	0.04
Technology	-0.68***	-3.04	1.37	-0.63**	-2.47	0.91
Telecom	-0.35**	-2.16	0.70	-0.38**	-2.01	0.61
Shop	-0.33*	-1.82	0.50	-0.11	-0.54	0.04
Health	-0.15	-0.91	0.12	-0.01	-0.06	0.00
Utility	-0.07	-0.51	0.04	-0.06	-0.37	0.02
Other	-0.29	-1.54	0.36	-0.24	-1.12	0.19

3.6 Forecasting Characteristics Portfolios

	$S^{PLS}(\%)$	t -stat	$R^2(\%)$	$S^{BW}(\%)$	t -stat	$R^2(\%)$
Panel B: Size portfolios						
Lo10	-0.62***	-2.79	1.16	-0.72***	-2.80	1.17
2-Dec	-0.52**	-2.32	0.80	-0.63**	-2.43	0.88
3-Dec	-0.52**	-2.41	0.87	-0.54**	-2.21	0.73
4-Dec	-0.50**	-2.44	0.89	-0.57**	-2.42	0.88
5-Dec	-0.47**	-2.38	0.84	-0.49**	-2.14	0.68
6-Dec	-0.51***	-2.72	1.10	-0.50**	-2.34	0.82
7-Dec	-0.45**	-2.44	0.89	-0.42**	-1.98	0.59
8-Dec	-0.35*	-1.95	0.57	-0.34*	-1.69	0.43
9-Dec	-0.33**	-2.05	0.63	-0.25	-1.32	0.26
Hi 10	-0.36**	-1.79	0.8	-0.22	-1.31	0.26

3.6 Forecasting Characteristics Portfolios

	$S^{PLS}(\%)$	t -stat	$R^2(\%)$	$S^{BW}(\%)$	t -stat	$R^2(\%)$
Panel C: Book-to-market portfolios						
BM1	-0.85***	-3.67	1.99	-0.37*	-1.82	0.49
BM2	-0.60***	-2.92	1.27	-0.25	-1.34	0.27
BM3	-0.48**	-2.48	0.92	-0.24	-1.28	0.25
BM4	-0.39**	-2.10	0.66	-0.28	-1.46	0.32
BM5	-0.32*	-1.81	0.49	-0.22	-1.23	0.23
BM6	-0.26	-1.49	0.33	-0.19	-1.01	0.15
BM7	-0.24	-1.38	0.29	-0.23	-1.24	0.23
BM8	-0.32*	-1.72	0.44	-0.22	-1.15	0.20
BM9	-0.50***	-2.57	0.99	-0.18	-0.88	0.12
BM10	-0.41	-1.60	0.39	-0.26	-1.06	0.17

3.6 Forecasting Characteristics Portfolios

	$S^{PLS}(\%)$	t -stat	$R^2(\%)$	$S^{BW}(\%)$	t -stat	$R^2(\%)$
Panel D: Momentum portfolios						
Lo PRIOR	-0.89***	-2.99	1.32	-0.79**	-2.33	0.81
PRIOR 2	-0.38*	-1.65	0.41	-0.26	-1.01	0.15
PRIOR 3	-0.39**	-2.06	0.63	-0.25	-1.13	0.19
PRIOR 4	-0.28	-1.59	0.38	-0.21	-1.05	0.17
PRIOR 5	-0.29*	-1.85	0.51	-0.18	-1.01	0.15
PRIOR 6	-0.42***	-2.63	1.03	-0.29	-1.60	0.39
PRIOR 7	-0.31**	-2.04	0.62	-0.21	-1.19	0.21
PRIOR 8	-0.36**	-2.31	0.80	-0.26	-1.48	0.33
PRIOR 9	-0.37**	-2.24	0.75	-0.41**	-2.14	0.69
Hi PRIOR	-0.57***	-2.69	1.08	-0.62**	-2.53	0.96

4.1 Cash Flow and Discount Rate Predictability

- 探究 S^{PLS} 预测股市总回报的能力可能作用渠道：通过现金流 (cash flow) 或贴现率 (discount rate)

$$R_{t+1} = k + DG_{t+1} - \rho D/P_{t+1} + D/P_t \quad (17)$$

- D/P_{t+1} 即是现金流渠道， D/P_{t+1} 即是贴现率渠道。构建下面这个双变量预测回归模型进行探究：

$$Y_{t+1} = \alpha + \beta S_t^{pls} + \varphi D/P_t + \nu_{t+1} \quad (18)$$

- 其中， $Y = D/P, DG, EG, GDPG, D/P$ 为贴现率的代理变量，后三个为现金流的代理变量。

4.1 Cash Flow and Discount Rate Predictability

- 对 S^{PLS} 回归的结果

<i>Panel A: Aligned investor sentiment, S^{PLS}</i>					
	β	t-stat	ψ	t-stat	R^2 (%)
D/P	0.02	0.89	0.93	16.54	84.16
DG(%)	-1.69	-2.25	-0.05	-0.03	8.93
EG(%)	-3.94	-0.90	4.70	0.42	1.82
GDPG(%)	-0.12	-0.45	-0.12	-0.18	0.47

- 对 S^{BW} 回归的结果

<i>Panel B: BW investor sentiment, S^{BW}</i>					
	β	t-stat	ψ	t-stat	R^2 (%)
D/P	0.00	-0.01	0.94	16.2	83.92
DG(%)	-1.57	-1.94	-0.94	-0.48	6.76
EG(%)	-8.04	-1.76	0.72	0.07	5.88
GDPG(%)	-0.24	-0.87	-0.24	-0.35	1.51

4.3 Market-Volatility Risk

探究市场的波动风险是否可以解释投资者情绪的股票回报预测性

$$SVAR_{t+1} = \sum_{i=1}^{N_{t+1}} R_{i,t+1}^2 \quad (19)$$

$$LVOL_{t+1} = \log(\sqrt{SVAR_{t+1}}) \quad (20)$$

$$LVOL_{t+1} = \alpha + \beta S_t^{PLS} + \psi LVOL_t + v_{t+1} \quad (21)$$

4.3 Market-Volatility Risk

$LVOL_{t+1}$	β	$t\text{-stat}$	$R^2(\%)$
S_t^{PLS}	0.0094	0.914	44.51

回归结果表明 S_t^{PLS} 对市场波动呈现出正向的预测能力, β 值为 0.0094, 这与波动率假设不一致。

Acknowledgments

Thanks for listening!