

证券研究报告

 兴业证券
INDUSTRIAL SECURITIES

分析师：

徐寅

xuyinsh@xyzq.com.cn

S0190514070004

西学东渐--海外文献推荐系列之三十七

2019年08月15日

报告关键点

中国股市波动剧烈，预测中国股市的下行拐点意义重大。本文检验了三个基本面模型（BSEYD、P/E 和 CAPE）对上证综指和深圳综指下行拐点的预测效果。结果显示，模型对深圳综指下行拐点的预测精准度可达 100%。在三个基本面模型中，P/E 模型和 CAPE 模型的预测效果比 BSEYD 模型更好。

相关报告

《西学东渐--海外文献推荐系列之三十六》 2019-08-08

《西学东渐--海外文献推荐系列之三十五》 2019-08-01

《西学东渐--海外文献推荐系列之三十四》 2019-07-25

团队成员：

投资要点

- 西学东渐，是指从明朝末年到近代，西方学术思想向中国传播的历史过程。西学东渐不仅推动了中国在科学技术和思想文化方面的发展，也有力地促进了社会与政治的大变革。在今天，西学东渐仍有其重要的现实意义。作为 A 股市场上以量化投资为研究方向的卖方金融工程团队，在平日的工作中，常常深感海外相关领域的研究水平之高、内容之新。而这也正促使通过大量的材料阅读，去粗取精，将认为最有价值的海外文献呈现在您的面前！
- 预测中国股市的下行拐点对于控制投资风险意义重大。股市下行拐点预测模型主要分为三大类：基本面模型，随机模型和行为模型。本文检验了三个基本面模型（BSEYD、P/E 和 CAPE）对上证综指和深圳综指下行拐点的预测效果。结果显示，基本面模型对深圳综指下行拐点的预测效果更好，精准度可达 100%。在三个基本面模型中，P/E 模型和 CAPE 模型的预测效果比 BSEYD 模型更好。

风险提示：文献中的结果均由相应作者通过历史数据统计、建模和测算完成，在政策、市场环境发生变化时模型存在失效的风险。

请务必阅读正文之后的信息披露和重要声明



“慧博资讯”专业的投资研究大数据分享平台

点击进入  <http://www.hibor.com.cn>

目录

如何预测中国股市的下行拐点?	- 3 -
1、引言	- 3 -
2、中国股市概述	- 4 -
3、股市下行拐点的界定	- 5 -
4、股市下行拐点预测模型	- 7 -
5、P/E 模型	- 8 -
5.1 研究样本	- 8 -
5.2 研究结果	- 8 -
6、周期调整市盈率(CAPE)模型和股债收益差(BSEYD)模型	- 9 -
6.1 研究样本	- 9 -
6.2 研究结果	- 9 -
7、结论	- 11 -
8、附录	- 11 -
8.1 最大似然估计	- 11 -
8.2 似然比检验	- 11 -
参考文献	- 12 -
图表 1、上证综指 1990-2016 年间 22 次下行拐点统计	- 6 -
图表 2、深圳综指 1991-2016 年间 21 次下行拐点统计	- 6 -
图表 3、市盈率(PE0)和对数市盈率(logPE0)预测准确度和似然比检验	- 9 -
图表 4、BSEYD0, PE0, BSEYD10, CAPE10 及其对数预测效果	- 10 -

如何预测中国股市的下行拐点？

文献来源：

Sébastien Lleo and William T. Ziemba, Predicting Stock Market Crashes in China [J]. The Journal of Portfolio Management, 2018, 44 (5) 125-135

推荐理由：

股市下行拐点预测模型曾因为某些成功案例而成名，但过去一直没有系统性的统计方法来实证检验它们的预测效果。本文检验了三个基本面模型（BSEYD、P/E 和 CAPE）预测上证综指和深圳综指下行拐点的效果。结果显示，基本面模型对深圳综指下行拐点的预测精准度可达 100%。在三个基本面模型中，P/E 模型和 CAPE 模型的预测效果比 BSEYD 模型更好。

我们的思考：

预测中国股市下行拐点对于控制投资风险意义重大。本文系统性地介绍了如何使用基本面模型预测股指下行拐点，并检验了三个基本面模型对上证综指和深圳综指下行拐点的预测效果。

1、引言

中国股市是全球最引人注目的股票市场之一。中国股市的规模、结构和发展速度不仅影响了股市表现，还导致股市大跌频繁发生。中国股市 26 年历史上发生过 22 次大跌，其中最新的一次是 2015 年的大跌。

关于股市泡沫的经典文献有 Blanchard 和 Watson [1982]; Flood, Hodrick 和 Kaplan [1986]; Diba 和 Grossman [1988]; Camerer [1989]; Allen 和 Gorton [1993]; Abreu 和 Brunnermeier [2003]; Corgnet et al. [2015]; Andrade, Odean, 和 Lin [2016]; Goetzmann [2016]; 以及 Ziemba, Lleo, 和 Zhitlukhin [2017]。最近，有学者发表了关于股市下行拐点预测模型的论文。我们可以根据模型使用的方法和变量，将股市下行拐点预测模型分为三大类：基本面模型，随机模型和行为模型。

基本面模型使用股票价格、企业利润、利率、通胀率和国民生产总值（GNP）等变量来预测股市下行拐点。此类别中最早的模型是股债收益差（Bond-stocks earnings yield differential, BSEYD）模型，BSEYD 是指长期政府债券收益率与股票市场收益率之间的差额（Ziemba and Schwartz [1991]; Lleo 和 Ziemba [2012, 2015, 2017]）。其它基本面模型有：市盈率（P/E）模型；Robert Shiller 提出的周期调整市盈率（Cyclically adjusted P/E, CAPE）模型（Lleo 和 Ziemba [2017]），其中 CAPE 是指经通胀调整后的 S&P500 成分股十年平均收益除以 S&P500 指数；Warren Buffett 提出的流通股总市值与 GNP 比值模型（Buffett 和 Loomis [1999, 2001]; Lleo 和 Ziemba [2018]）。

随机模型构建了资产价格的概率表达式，研究了离散或连续时间随机过程。随机模型的典型代表有局部鞅模型(local martingale model)(Jarrow, Kchia, 和 Protter [2011a, 2011b, 2011c]); 停时混乱检测模型(stopping time disorder detection model)(Shiryaev 和 Zhitlukhin [2012a, 2012b]; Shiryaev, Zhitlukhin, 和 Ziemba [2014, 2015]); 地震模型(earthquake model)(Gresnigt, Koe 和 Franses [2015])。其中，地震模型将流行型余震序列(epidemic-type aftershock sequence, ETAS)地球物理模型应用在股市中。

行为模型研究了股市下行拐点与市场情绪和行为偏差之间的关系。Goetzmann, Kim, and Shiller [2016]使用针对美国个人和机构投资者 26 年间的定期调查数据，来评估市场大跌的主观概率(subjective probabilities)，并研究了行为偏差对主观概率判断的影响。他们发现，单日股市大跌(诸如 1987 年或 1929 年的黑色星期五)的平均主观概率大约是实际历史频率的 10 倍。这项研究与最近发表的有关衡量投资者情绪(Fisher 和 Statman [2000, 2003]; Baker 和 Wurgler [2006])、识别集体偏差(collective biases，包括过度自信、过度乐观等)(Barone-Adesi, Mancini 和 Shefrin [2013])的研究息息相关。

股市下行拐点预测模型曾因为某些成功预测的案例而成名，但过去一直没有系统性的统计方法来实证检验它们的预测效果。Lleo 和 Ziemba [2017]提出了一个针对下行拐点预测模型的统计显著性检验方法——似然比检验，它可以用于任何下行拐点预测模型。

本文检验了三个基本面模型(BSEYD、P/E 和 CAPE)对中国股市下行拐点的预测效果。我们不考虑沃伦·巴菲特(Warren Buffett)提出的流通股总市值与 GNP 比值模型，因为这一指标的计算频率太低，在中国市场缺乏足够的数据样本。

本文关注中国股市的两大指数：上证综指(SHCOMP)和深圳综指(SZECOMP)。基本面模型最初大多都是基于西方成熟股市的数据提出的，因而在中国股市做检验特别具有挑战性和启发性。通过这一检验，我们对中国股市的统计特征以及下行拐点预测模型的重要性有了新的认识。

2、中国股市概述

中国大陆有两家主要的证券交易所，上海证券交易所和深圳证券交易所。上海证券交易所成立于 1990 年 11 月 26 日，1990 年 12 月 19 日开始营业。深圳证券交易所成立于 1990 年 12 月 1 日，1991 年 7 月 3 日开始营业。中国最大和最成熟的公司通常在上交所上市交易，而规模较小的私营公司大多在深交所上市交易。截至 2017 年 11 月，上证综指和深圳综指分别包括了 1388 家和 2074 家上市公司(世界交易所联合会[2017])。上海证券交易所总规模更大。

2017 年前 11 个月，上海和深圳证券交易所的平均市值为 8 万亿美元，是继纽约证券交易所(20 万亿美元)和纳斯达克(9 万亿美元)之后，日本交易所(6 万亿美元)、伦敦证交所(4 万亿美元)之前的世界第三大股票市场(世界交易所联合会[2017])。

中国股市正处于一体化进程中。2014 年 11 月 17 日,中国政府启动了沪港通,使双方市场的投资者可以在另一个市场交易股票。2016 年 12 月 5 日,中国政府启动了深港通。

中国公司可以在国内或国外通过各种方案上市。在国内,公司可以发行两种类型的股票:

1、A 股:以人民币计价,在上海或深圳证券交易所上市的普通股。2017 年 6 月 20 日,摩根士丹利资本国际公司(MSCI Inc.)宣布将 A 股纳入其新兴市场指数。

2、B 股:以外币计价,在国内证券交易所上市的特殊目的股票。2001 年前,只有外国投资者才能获得 B 股。

除 B 股外,想投资中国股市的外国投资者也可购买:

✧ H 股:以港元计价,在香港联交所交易的股份。

✧ L-chip, N-chip 和 S-chip:在中国开展主营业务,但分别在伦敦,纽约和新加坡注册成立的公司的股票。

✧ 美国存托凭证(ADR):ADR 是由美国银行发行的可转让凭证,代表在美国交易所交易的外国股票中的特定数量的股票(1 股)。截至 2017 年 11 月,有 96 只中国 ADR 在美国交易所上市,另有 200 只中国 ADR 在美国场外交易市场上市。

✧ 红筹股:在中国大陆以外注册,但由中国国有企业(SOEs)拥有或实际控制的公司股份。

✧ P-chips:在中国大陆以外地区(如香港证券交易所)交易的私营企业股票。

上海和深圳证券交易所是中国股市的重要组成部分,但它们并不代表整个市场。本文侧重研究上海和深圳证券交易所股市的下行拐点。上证综指和深圳综指分别是两个交易所上市所有股票的市值加权指数。

3、股市下行拐点的界定

自上世纪 90 年代初成立以来,上证综指和深证综指的回报率一直波动剧烈。巨大的波动性使得大型券商购买大量单支股票的看跌期权和看涨期权(跨式组合 Straddle)总是有利可图。本文主要研究股指大幅下跌的情况。

我们将股市下行拐点定义为,在一年(252 个交易日)内,从高峰到低谷的收盘价跌幅至少为 10%,这与 Alleo 和 Ziembra[2015,2017]的定义一致。具体而言,股市下行拐点的识别算法如下:

1、识别数据集中的所有局部低谷。如果在某天的前后 30 个交易日内没有更低的收盘价,那么我们将当天判定为一个局部低谷。

2、识别股市下行拐点。如果符合以下所有条件,则当日是股市下行拐点识别日:

a)指数今日收盘价较去年内最高峰下跌至少 10%,而昨日收盘价较去年内最

高峰跌幅小于 10%;

b)该指数在本次下行拐点前达到的高峰与前一次下行拐点对应的最高峰不同;

c)该指数在本次下行拐点前达到的高峰与下一次下行拐点对应的最高峰不同。

这些规则的目的是验证我们所识别的下行拐点不互相重复。尽管这些规则可能会引起争议,但它们具有明确、稳健和易于应用的优点。

根据上述识别算法,在 1990 年 12 月 19 日至 2016 年 6 月 30 日期间,上证综指共出现 22 次下行拐点(见图表 1),高峰到低谷的平均持续期间为 163 天,平均下跌幅度为 28%。相较之下,标普 500 指数从 1964 年 1 月 31 日到 2014 年 12 月 31 日的 50 年间仅经历了 22 次下行拐点(Lleo and Ziemba[2017])。

图表 1、上证综指 1990-2016 年间 22 次下行拐点统计

Crash		SHCOMP		SHCOMP		Peak-to-Trough	Peak-to-Trough
Identification Date	Peak Date	Index at Peak	Trough Date	Index at Trough	Decline	Duration (days)	
1	May 27, 1992	May 25, 1992	1,421.57	Nov. 17, 1992	393.52	72.30%	176
2	Feb. 23, 1993	Feb. 15, 1993	1,536.82	Mar. 31, 1993	925.91	39.80%	44
3	Sep. 19, 1994	Sep. 13, 1994	1,033.47	Feb. 7, 1995	532.49	48.50%	147
4	Aug. 26, 1996	Jul. 24, 1996	887.60	Sep. 12, 1996	757.087	14.70%	50
5	Nov. 6, 1996	Oct. 28, 1996	1,022.86	Dec. 24, 1996	865.577	15.40%	57
6	May 16, 1997	May 12, 1997	1,500.40	Sep. 23, 1997	1,041.97	30.60%	134
7	Aug. 7, 1998	Jun. 3, 1998	1,420.00	Aug. 17, 1998	1,070.41	24.60%	75
8	Jul. 1, 1999	Jun. 29, 1999	1,739.21	Dec. 27, 1999	1,345.352	22.60%	181
9	Sep. 22, 2000	Aug. 21, 2000	2,108.69	Sep. 25, 2000	1,875.911	11.00%	35
10	Feb. 21, 2001	Jan. 10, 2001	2,125.62	Feb. 22, 2001	1,907.26	10.30%	43
11	Jul. 30, 2001	Jun. 13, 2001	2,242.42	Jan. 22, 2002	1,358.691	39.40%	223
12	Apr. 23, 2003	Jul. 8, 2002	1,732.93	Nov. 18, 2003	1,316.562	24.00%	498
13	Apr. 29, 2004	Apr. 6, 2004	1,777.52	Sep. 13, 2004	1,260.316	29.10%	160
14	Aug. 4, 2006	Jul. 11, 2006	1,745.81	Aug. 7, 2006	1,547.436	11.40%	27
15	Feb. 2, 2007	Jan. 24, 2007	2,975.13	Feb. 5, 2007	2,612.537	12.20%	12
16	Jun. 4, 2007	May 29, 2007	4,334.92	Jul. 5, 2007	3,615.872	16.60%	37
17	Nov. 8, 2007	Oct. 16, 2007	6,092.06	Nov. 4, 2008	1,706.703	72.00%	385
18	Aug. 12, 2009	Apr. 4, 2009	3,471.44	Aug. 31, 2009	2,667.745	23.20%	27
19	Oct. 27, 2010	Nov. 23, 2009	3,338.66	Jan. 25, 2011	2,677.432	19.80%	428
20	Dec 27, 2012	Mar. 2, 2012	2,460.69	Jun. 27, 2013	1,950.012	20.80%	482
21	Jun. 25, 2014	Sep. 12, 2013	2,255.60	Jun. 25, 2014	2,025.502	10.20%	286
22	Jun. 19, 2015	Jun. 12, 2015	5,166.35	Aug. 26, 2015	2,927.288	43.30%	75

资料来源: The Journal of Portfolio Management, 兴业证券经济与金融研究院整理

深圳综指在 1991 年 4 月 3 日至 2016 年 6 月 30 日期间共出现了 21 次下行拐点(见图表 2),高峰到低谷的平均持续期间为 122 天,平均下跌幅度为 26%。可见,上证综指的平均下跌时间长于深证综指,而二者的下跌幅度相当。

图表 2、深圳综指 1991-2016 年间 21 次下行拐点统计

Crash	SZCOMP		SZCOMP		Peak-to-Trough	Peak-to-Trough	
Identification Date	Peak Date	Index at Peak	Trough Date	Index at Trough	Decline	Duration (days)	
1	Jun. 3, 1992	May 26, 1992	312.21	Jun. 16, 1992	233.73	25.10%	21
2	Mar 5, 1993	Feb. 22, 1993	359.44	Jul. 21, 1993	203.91	43.30%	149
3	May 10, 1996	May 22, 1995	169.66	Aug. 26, 1996	152.55	10.10%	462
4	Sep. 10, 1996	Sep. 4, 1996	274.56	Dec. 24, 1996	242.01	11.90%	111
5	May 16, 1997	May 12, 1997	517.91	Sep. 23, 1997	312.73	39.60%	134
6	Jul. 6, 1998	Jun. 3, 1998	441.04	Aug. 18, 1998	317.1	28.10%	76
7	Jul 1, 1999	Jun. 29, 1999	525.14	Dec. 27, 1999	395.69	24.70%	181
8	Sep. 25, 2000	Aug. 21, 2000	643.77	Sep. 25, 2000	578.76	10.10%	35
9	Feb. 8, 2001	Nov. 23, 2000	654.37	Feb. 22, 2001	568.26	13.20%	91
10	Jul. 30, 2001	Jun. 13, 2001	664.85	Jan. 22, 2002	371.79	44.10%	223
11	Apr 26, 2004	Apr. 7, 2004	470.55	Sep. 13, 2004	315.17	33.00%	159
12	Aug. 2, 2006	Jul. 12, 2006	446.61	Aug. 7, 2006	380.26	14.90%	26
13	Jun. 1, 2007	May 29, 2007	1,292.44	Jul. 5, 2007	1,015.85	21.40%	37
14	Oct. 25, 2007	Oct. 9, 2007	1,551.19	Nov. 28, 2007	1,219.98	21.40%	50
15	Jan. 22, 2008	Jan. 15, 2008	1,576.50	Nov. 4, 2008	456.97	71.00%	294
16	Aug. 14, 2009	Aug. 4, 2009	1,149.27	Sep. 1, 2009	900.53	21.60%	28
17	Dec. 22, 2009	Dec. 3, 2009	1,234.17	Jul. 5, 2010	921.34	25.30%	214
18	Nov. 17, 2010	Nov. 10, 2010	1,389.54	Jan. 25, 2011	1,136.58	18.20%	76
19	Jun. 24, 2013	May 30, 2013	1,043.47	Jul. 25, 2013	879.93	15.70%	26
20	Mar. 28, 2014	Feb. 17, 2014	1,160.39	Apr. 28, 2014	1,007.27	13.20%	70
21	Jun. 19, 2015	Jun. 12, 2015	3,140.66	Sep. 15, 2015	1,580.26	49.70%	95

资料来源: The Journal of Portfolio Management, 兴业证券经济与金融研究院整理

请务必阅读正文之后的信息披露和重要声明

4、股市下行拐点预测模型

如果未来 H 天内股票市场可能出现大跌, 股市下行拐点预测模型(如 BSEYD、P/E 或 CAPE 模型) 会产生一个信号, 该信号代表指标超过了阈值。

对于给定的一个指标 $M(t)$, 当满足以下条件时, 模型会产生一个信号:

$$\text{SIGNAL}(t) = M(t) - K(t) > 0 \quad (1)$$

式中, $K(t)$ 是一个时变的阈值。决定 $\text{SIGNAL}(t)$ 的参数包括: ① 阈值 $K(t)$; ② 信号发出时点和股市崩溃开始时点间的间隔期 H 。

我们使用两种方法确定时变的阈值 $K(t)$: ① 基于正态分布的动态置信区间; ② 基于 Cantelli 不等式的动态置信区间。为了计算置信区间, 我们计算了指标分布的样本均值和标准差, 即移动平均值和滚动标准差。采用移动平均值和滚动标准差不但能保证数据的一致性, 而且只利用了计算指标时已知的信息。在 t 时刻前 d 天的移动平均值 μ_t^d , 以及对应的滚动样本标准差 σ_t^d 分别为

$$\mu_t^d = \frac{1}{d} \sum_{i=0}^{d-1} x_{t-i}, \sigma_t^d = \sqrt{\frac{1}{d-1} \sum_{i=0}^{d-1} (x_{t-i} - \mu_t^d)^2} \quad (2)$$

式中 x_t 是变量 x 在 t 时刻的值。本文将滚动期间设定为 $d=252$ 天。本文使用 95% 置信水平的单尾置信区间, 即平均值以上 1.6456 倍标准差。该设定遵循之前关于下行拐点预测的文献, 如最早关于 BSEYD 模型的论文(Ziembra and Schwartz [1991])。

除了正态置信区间外, 本文还使用 Cantelli 不等式构造置信区间, 该方法在肥尾分布情况下会更稳健。Cantelli 不等式衡量了随机变量 X 超过其平均值 $(\mu)\gamma > 0$ 倍标准差 (σ) 的概率, 构建了稳健置信区间:

$$P[X - \mu \geq \gamma\sigma] \leq \frac{1}{1+\gamma^2} \quad (3)$$

设 $\beta = \frac{1}{1+\gamma^2}$ 可得, $P[X - \mu \geq \sigma \sqrt{\frac{1}{\beta} - 1}] \leq \beta$ 。

与正态置信区间不同, Cantelli 不等式没有对概率分布的形态做任何假设。参数 β 代表了任意分布的单尾置信区间的上界。本文选择 $\beta = 25\%$, 这比通常的置信区间上界更高一些。对于正态分布, 我们期望有 5% 的观测值落在右尾, 而 Cantelli 不等式则说明有 25% 的观测值落在右尾。

我们将信号发出时点和股市崩溃开始时点间的间隔期 H 设为 252 个交易日, 与滚动期间 d 的设置保持一致。

之后, 我们要将 t 时刻的信号数值转化为一个信号指标 S_t , 代表指标是否超过阈值, 其值为 1 或 0; 为了排除自相关性, 只有当新信号与前一个信号的间隔超过 30 天时, 我们才将其作为一个独立信号。最后, 我们要比较信号指标和 H 天内的下行拐点指标。我们定义下行拐点指标 $C_{t,H}$, 代表股市在 t 时刻到 $t+H$ 时刻之间是否确实发生了大跌, 其值为 1 或 0。从概率的角度来看, 信号指标和下行拐点指标都是伯努利随机变量, 但它们具有高度的自相关性, 即如果今天的信号为 1(0), 则第二天的信号还是 1(0) 的概率更高。模型预测正确的次数 n 定义为:

$$n = \#\{C_{t,H} = 1 | S_t = 1\} \quad (4)$$

模型预测的准确度是条件概率 $P(C_{t,H} = 1 | S_t = 1)$, 即给定模型在 t 时刻发出

请务必阅读正文之后的信息披露和重要声明

下行拐点信号，在 t 时刻到 $t+H$ 时刻之间确实发生了大跌的概率。该概率越高，模型越准确。我们使用历史数据和最大似然法估计该概率值，使用似然比检验来检验其统计特性，并用蒙特卡罗模拟来解决小样本偏误问题。我们将在附录中介绍这些细节。

5、P/E 模型

5.1 研究样本

早在 20 世纪 30 年代，业界就开始使用市盈率来衡量个股和股市的相对估值水平。例如，Graham and Dodd [1934] 讨论了市盈率对于证券分析和估值的作用。在具有里程碑意义的一篇论文 Campbell and Shiller [1988] 中，作者发现，用十年平均对数 S&P500 指数，对使用 10 年或 30 年平均收益计算的对数市盈率做回归， R 方分别为 0.566 和 0.401。此外，Campbell and Shiller [1998] 发现，使用平滑后的盈余计算的市盈率能比股息率更好地预测十年期股价的增长。

在本节中，我们测试了用当期收益计算的市盈率对股市下行拐点的预测能力。对于上证综指，在 1990 年 12 月至 2016 年 6 月的整个期间，股票当期收益数据均可得，共计 6243 个日度观察值。而对于深圳综指，2001 年 7 月 2 日之后才有股票当期收益数据，共计 3640 个日度观察值。为了使用似然比检验，我们需要计算先验概率 p_0 ，即从样本中随机选取一天，在之后一年内发生股市大跌的概率。

5.2 研究结果

如图表 3 所示，对于上证综指，市盈率和对数市盈率模型分别产生了 19 个和 18 个信号（使用基于正态分布的置信区间），预测准确率将近 90%。使用正态分布或 Cantelli 不等式的结果相差无几。

我们发现，先验概率 p_0 非常高，达到 70%。似然比检验显示，在 90% 的置信水平下，市盈率和对数市盈率都是能预测股市下行拐点的显著指标。此外，使用正态分布的市盈率指标和使用 Cantelli 不等式的对数市盈率指标在 95% 置信水平下是显著的。因此，我们认为市盈率和对数市盈率指标能够预测股市下行拐点。

如图表 3 所示，对于深圳综指，市盈率和对数市盈率指标分别产生了 8~9 个信号，预测准确率在 87.5%-88.89%。使用正态分布或 Cantelli 不等式的结果相差无几。

我们还使用蒙特卡罗分析解决了小样本偏误问题，发现所有指标在 90% 的置信水平下仍是显著的。

图表 3、市盈率(PE0)和对数市盈率(logPE0)预测准确度和似然比检验

Signal Model	Total Number of Signals	Number of Correct Predictions	Maximum Likelihood Estimate \hat{p}	$L(\hat{p})$	Likelihood Ratio Λ	Test Statistics $-2 \log \Lambda$	p-value
SHCOMP							
PE0 (confidence)	19	17	89.47%	1.67e-3	0.1159	4.31*	3.79%
PE0 (Cantelli)	18	16	88.89%	1.88e-3	0.1486	3.81†	5.09%
logPE0 (confidence)	18	16	88.89%	1.88e-3	0.1486	3.81†	5.09%
logPE0 (Cantelli)	19	17	89.47%	1.67e-3	0.1159	4.31*	3.79%
SZCOMP							
PE0 (confidence)	9	8	88.89%	4.33e-2	0.1313	4.06*	4.39%
PE0 (Cantelli)	9	8	88.89%	4.33e-2	0.1313	4.06*	4.39%
logPE0 (confidence)	9	8	88.89%	4.33e-2	0.1313	4.06*	4.39%
logPE0 (Cantelli)	8	7	87.5%	4.91e-2	0.1980	3.24†	7.19%

†Significant at the 10% level. *Significant at the 5% level. **Significant at the 1% level. ***Significant at the 0.5% level.

资料来源：The Journal of Portfolio Management, 兴业证券经济与金融研究院整理

6、周期调整市盈率(CAPE)模型和股债收益差(BSEYD)模型

6.1 研究样本

使用当前盈余计算的市盈率可能会对当前经济和市场状况过于敏感。Graham and Dodd [1934]警示了这一点，并提出可以使用十年平均盈利计算市盈率。Shiller[2005]建议使用 CAPE，即使用通胀调整后的过去十年平均盈利和股价，来预测股权风险溢价的变化。

由于 CAPE10 和 BSEYD10 需要过去十年平均盈利数据和 10 年期中国国债收益数据（彭博数据库中从 2006 年 10 月 31 日开始），我们不能使用全样本期的股市数据。因此，本节的分析仅研究 2006 年 10 月 31 日至 2016 年 6 月 30 日的样本。2005 年，中国通过了大型金融市场改革，包括取消非流通股、修订证券法和公司法等，我们的样本期不包含这一时期。

BSEYD 模型将股票收益比(市盈率的倒数)和国债名义收益率相联系，即

$$BSEYD(t) = r(t) - \rho(t) = r(t) - \frac{E(t)}{P(t)} \quad (5)$$

其中， $\rho(t)$ 代表 t 时刻的股票收益比， $r(t)$ 代表 t 时刻的 10 年期国债收益率。

我们测试了以下四个指标预测股市下行拐点的效果：

- 1、PE0：使用当前盈余计算的市盈率，即上一节中使用的指标。
- 2、CAPE10：使用过去十年平均盈利计算的市盈率。
- 3、BSEYD0：使用当前盈余计算的 BSEYD。
- 4、BSETD10：使用过去十年平均盈利计算的 BSEYD。

我们还测试了以上指标的对数值：logPE0，logCAPE10，log-BSEYD0 和 logBSEYD10。其中，logBSEYD10 定义为

$$\log BSEYD(t) = \log \frac{r(t)}{\rho(t)} = \log r(t) - \log \frac{E(t)}{P(t)} \quad (6)$$

6.2 研究结果

在此样本期间，上证综指经历了 7 次下行拐点，而深证综指经历了 9 次。图表 4 显示了基于正态分布置信区间的结果。基于 Cantelli 不等式的结果与基于正

请务必阅读正文之后的信息披露和重要声明

态分布的结果几乎相同。

对于上证综指，所有指标产生信号的次数都不超过 5。CAPE, logCAPE 和 BSEYD10 各产生了 3 次信号。从指标的准确度看, logBSEYD0 最低(40%), CAPE10 和 logCAPE10 最高(100%)。8 个指标中只有 5 个指标的准确度超过 75%。相较之下，随机选取一天，在当天之后一年发生大跌的先验概率是 71%。由于样本期间短，下行拐点次数少，只有 CAPE10 和 logCAPE10 是显著的。但是，这两个模型只预测了 6 次下行拐点中的 3 次。

从整体上看，所有模型对上证综指下行拐点的预测效果都不是特别好。PE0 和 logPE0 在全样本期间是显著的预测指标，但在子样本期间不显著，尽管预测准确度比 p_0 略高。

对于上证综指, BSYED 模型的效果不如 P/E 模型好。而对于美国股市, BSYED 模型的效果比 P/E 模型和 CAPE 模型都更好(Lleo and Ziemba [2017])。这似乎有些令人费解，因为 BSYED 模型比 P/E 模型包含了更多信息，即有关国债利率的信息。一种可能的解释是，中国债券市场的微观结构特殊，利率水平被人为压低，使得无论股票估值水平如何，债券投资一直不受欢迎。

对于深圳综指，结果明显不同：除了 BSYED10 之外，所有指标的准确率均为 100%。BSYED10 发出的七个信号中有六个正确，准确率为 86%；尽管这比 p_0 (约 67%) 高，但由于样本太小，该差异不是统计显著的。

上证综指和深证综指的结果存在差异，这种差异是由样本中的股市下行拐点次数太少造成的，还是由两个指数的微观结构差异造成的？尽管全样本期间的市盈率预测结果支持第一种解释，但考虑到中国市场的微观结构，第二种解释也是可能的。在上海和深圳证券交易所上市的主要分别是两种不同类型的公司：国有企业和私营企业。支持国有企业的政府干预可能会延迟甚至防止上证指数的大跌，从而降低下行拐点预测模型的准确性。

关于小样本偏差的蒙特卡罗分析结果支持了最大似然估计结果。小样本偏差对本文的结果影响很小。

图表 4、BSEYD0, PE0, BSEYD10, CAPE10 及其对数预测效果

Signal Model	Total Number of Signals	Number of Correct Predictions	Maximum Likelihood Estimate \hat{p}	$L(\hat{p})$	Likelihood Ratio Λ	Test Statistics $-2 \log \Lambda$	p-value
Panel A: SHCOMP							
BSEYD0	4	3	75.00%	1.05e-1	0.7170	0.67	41.47%
logBSEYD0	5	2	40.00%	3.46e-2	0.7901	0.47	49.24%
PE0	4	3	75.00%	1.05e-1	0.7170	0.67	41.47%
logPE0	4	3	75.00%	1.05e-1	0.7170	0.67	41.47%
BSEYD10	3	2	66.67%	1.48e-1	0.9228	0.16	68.86%
logBSEYD10	5	3	60.00%	3.46e-2	0.9778	0.04	83.23%
CAPE10	5	3	100.00%	—	—	∞	0.00%***
logCAPE10	5	3	100.00%	—	—	∞	0.00%***
Panel B: SZCOMP							
BSEYD0	6	6	100.00%	—	—	∞	0.00%***
logBSEYD0	7	7	100.00%	—	—	∞	0.00%***
PE0	6	6	100.00%	—	—	∞	0.00%***
logPE0	6	6	100.00%	—	—	∞	0.00%***
BSEYD10	7	6	85.71%	5.67e-2	0.5266	1.28	25.74%
logBSEYD10	7	7	100.00%	—	—	∞	0.00%***
CAPE10	6	6	100.00%	—	—	∞	0.00%***
logCAPE10	5	5	100.00%	—	—	∞	0.00%***

[†]Significant at the 10% level. *Significant at the 5% level. **Significant at the 1% level. ***Significant at the 0.5% level.

资料来源：The Journal of Portfolio Management, 兴业证券经济与金融研究院整理

请务必阅读正文之后的信息披露和重要声明

- 10 -

7、结论

中国股市的规模、范围、结构以及发展速度使它成为一个独特、有挑战性、有价值的检验股市下行拐点预测模型的样本。总的来说，本文的贡献在于，证明了最初为成熟市场开发的股市下行拐点预测模型也可以用于快速增长的中国股市。

在全样本期间，对于两个指数，P/E 都是统计显著的预测指标。在九年样本期间，对于上证综指，BSEYD、PE、CAPE 及其对数表现不佳。而对于深圳综指，几乎所有指标都表现得非常好，预测准确度达到 100%。这些指标对两个指数预测精度上的差异，揭示了中国股票市场与债券市场的关系，以及两家证券交易所微观结构的差异。

8、附录

8.1 最大似然估计

下行拐点预测模型的准确度可表示为条件概率 $p = P(C_{t,H} = 1 | S_t = 1)$ 。为了估计 p ，我们考虑预测指标序列 $\{S_t = 1, t = 1, \dots, T\}$ 和预测成败序列 (hit sequence) $X := \{X_i, i = 1, \dots, T\}$ ，其中 $x_i = 1$ 代表模型发出第 i 个下行拐点信号后，股市确实发生了大跌，否则 $x_i = 0$ 。这里 N 代表下行拐点信号的总个数，即

$$N = \sum_{t=1}^T S_t \quad (\text{A-1})$$

预测成败序列 X 是一系列服从伯努利分布的随机变量，其对应的极大似然函数 L 是

$$L(p|X) := \prod_{i=1}^N p^{x_i} (1-p)^{1-x_i} \quad (\text{A-2})$$

对数似然函数 \mathcal{L} 是

$$\mathcal{L}(p|X) := \log L(p|X) = \sum_{i=1}^N X_i \log p + (N - \sum_{i=1}^N X_i) \log (1-p) \quad (\text{A-3})$$

当且仅当 $\hat{p} := \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$ 时，该函数取极大值。也就是说， $p = P(C_{t,H} = 1 | S_t = 1)$ 的极大似然估计值就是历史上预测正确的比例 n/N 。

8.2 似然比检验

我们要检验原假设 $H_0: p = p_0$ 和备择假设 $H_A: p \neq p_0$ ，其中 p_0 代表从样本中随机选取一天，在之后一年内发生股市大跌的概率。为了用实证数据计算 p_0 ，我们用在下行拐点识别日前 252 个交易日的天数除以样本总天数。如果模型得到的条件概率 p 和 p_0 有显著差异，则说明该模型包含了关于未来股市大跌的信息。

上述假设对应的似然比检验是

$$\Lambda = \frac{L(p = p_0|X)}{\max_{p \in (0,1)} L(p|X)} = \frac{L(p = p_0|X)}{L(p = \hat{p}|X)}$$

统计量 $Y := -2\log\Lambda$ 渐近服从自由度 $v=1$ 的卡方分布。如果统计量 Y 超过一定阈值，我们就可以拒绝原假设。90%、95%和 99%的置信水平对应的阈值分别是 2.71、3.84 和 6.63。

似然比检验的局限性在于卡方分布只是渐进有效的。本文中，模型预测正确的次数服从参数为 p 和 N 的二项分布。但是，整个期间仅有18次下行拐点，使用卡方分布可能不准确。这是一种小样本偏差。我们使用了蒙特卡罗方法来获得检验统计量的实证分布，以解决该偏差。结果显示，小样本偏差对本文的结论没有影响。

参考文献

- 【1】Abreu, D., and M.K. Brunnermeier. "Bubbles and Crashes." *Econometrica*, Vol. 71, No. 1 (2003), pp. 173-204.
- 【2】Allen, F., and G. Gorton. "Churning Bubbles." *The Review of Economic Studies*, Vol. 60, No. 4 (1993), pp. 813-836.
- 【3】Andrade, E.B., T. Odean, and S. Lin. "Bubbling with Excitement: An Experiment." *Review of Finance*, Vol. 20, No. 2 (2016), pp. 447-466.
- 【4】Baker, M., and J. Wurgler. "Investor Sentiment and the Cross-Section of Stock Returns." *The Journal of Finance*, Vol. 61, No. 4 (2006), pp. 1645-1680.
- 【5】Barone-Adesi, G., L. Mancini, and H. Shefrin. "A Tale of Two Investors: Estimating Optimism and Overconfidence." Technical report, 2013.
- 【6】Blanchard, O.J., and M.W. Watson. "Bubbles, Rational Expectations, and Financial Markets." In *Crisis in the Economic and Financial Structure*, edited by P. Wachtel, pp. 295-315. Lanham, MA: Lexington Books, 1982.
- 【7】Buffett, W., and C. Loomis. "Mr. Buffett on the Stock Market." *FORTUNE Magazine*, November 22, 1999.
- 【8】——. "Warren Buffett on the Stock Market." *FORTUNE Magazine*, December 10, 2001.
- 【9】Camerer, C. "Bubbles and Fads in Asset Prices." *Journal of Economic Surveys*, Vol. 3, No. 1 (1989), pp. 3-14.
- 【10】Campbell, J.Y., and R.J. Shiller. "'Stock Prices, Earnings, and Expected Dividends' in 'Papers and Proceedings of the Forty-Seventh Annual Meeting of the American Finance Association, Chicago, Illinois, December 28-30, 1987.'" *The Journal of Finance*, Vol. 43, No. 3 (1988), pp. 661-676.
- 【11】——. "Valuation Ratios and the Long-Run Stock Market Outlook." *The Journal of Portfolio Management*, Vol. 24, No. 2, (1998), pp. 11-26.
- 【12】Corgnet, B., R. Hernán-González, P. Kujal, and D. Porter. "The Effect of Earned versus House Money on Price Bubble Formation in Experimental Asset Markets." *Review of Finance*, Vol. 19, No. 4 (2015), pp. 1455-1488.
- 【13】Diba, B.T., and H.I. Grossman. "The Theory of Rational Bubbles in Stock Prices." *The Economic Journal*, Vol. 98, No. 392 (1988), pp. 746-754.
- 【14】Fisher, K., and M. Statman. "Investor Sentiment and Stock Returns." *Financial Analysts Journal*, Vol. 56, No. 2 (2000), pp. 16-23.
- 【15】——. "Consumer Confidence and Stock Returns." *The Journal of Portfolio Management*, Vol. 30, No. 1 (2003), pp. 115-127.
- 【16】Fisher, R.A. *Statistical Methods for Research Workers*, 5th edition. Edinburgh and London, UK: Oliver & Boyd, 1933.
- 【17】Flood, R.P., R.J. Hodrick, and P. Kaplan. "An Evaluation of Recent Evidence on Stock Market Bubbles." NBER Working Paper No. w1971, 1986.
- 【18】Goetzmann, W. "Bubble Investing: Learning from History." In *Financial Market History: Reflections on the Past for Investors Today*, edited by E. Dimson and D. Chambers, pp. 149-168. Charlottesville, VA: Research Foundation of the CFA Institute, 2016.

- 【19】Goetzmann, W., D. Kim, and R. Shiller. “Crash Beliefs from Investor Surveys.” Working paper, 2016.
- 【20】Graham, B., and D.L. Dodd. Security Analysis, 1st edition. New York, NY: Whittlesey House, 1934.
- 【21】Gresnigt, F., E. Kole, and P. Franses. “Interpreting Financial Market Crashes as Earthquakes: A New Early Warning System for Medium-Term Crashes.” Journal of Banking & Finance, 56 (2015), pp. 123-139.
- 【22】Grimmett, G., and D. Stirzaker. Probability and Random Processes. Oxford, UK: Oxford University Press, 2001.
- 【23】Jarrow, R.A. “Detecting Asset Price Bubbles.” The Journal of Derivatives, Vol. 20, No. 1 (2012), pp. 30-34.
- 【24】Jarrow, R.A., Y. Kchia, and P. Protter. “How to Detect an Asset Bubble.” SIAM Journal on Financial Mathematics, 2 (2011a), pp. 839-865.
- 【25】——. “Is There a Bubble in LinkedIn’s Stock Price?” The Journal of Portfolio Management, Vol. 38, No. 1 (2011b), pp. 125-130.
- 【26】——. “A Real-Time Bubble Detection Methodology.” Bloomberg Risk Newsletter, 2011c.
- 【27】Lleo, S., and W.T. Ziemba. “Stock Market Crashes in 2007–2009: Were We Able to Predict Them?” Quantitative Finance, Vol. 12, No. 8 (2012), pp. 1161-1187.
- 【28】——. “Some Historical Perspectives on the Bond-Stock Yield Model for Crash Prediction around the World.” International Journal of Forecasting, Vol. 31, No. 2 (2015), pp. 399-425.
- 【29】——. “Does the Bond-Stock Earnings Yield Differential Model Predict Equity Market Corrections Better Than High P/E Models?” Financial Markets, Institutions & Instruments, Vol. 26, No. 2 (2017), pp. 61-123.
- 【30】——. “Can Warren Buffett Forecast Equity Market Corrections?” Technical report, 2018.
- Neyman, J. “On the Two Different Aspects of the Representative Method: The Method of Stratified Sampling and the Method of Purposive Selection.” Journal of the Royal Statistical Society, Vol. 97, No. 4 (1934), pp. 558-625.
- 【31】——. “Outline of a Theory of Statistical Estimation Based on the Classical Theory of Probability.” Philosophical Transactions of the Royal Society A, Vol. 236, No. 767 (1937), pp. 333-380.
- 【32】Neyman, J., and E.S. Pearson. “The Testing of Statistical Hypotheses in Relation to Probabilities a Priori.” Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society, 29 (1933), pp. 492-510.
- 【33】Shiller, R.J. Irrational Exuberance, 2nd edition. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2005.
- 【34】Shiryaev, A.N., and M.V. Zhitlukhin. “Bayesian Disorder Detection Problems on Filtered Probability Spaces.” Theory of Probability and Its Applications, Vol. 57, No. 3 (2012a), pp. 497-511.
- 【35】——. “Optimal Stopping Problems for a Brownian Motion with a Disorder on a Finite Interval.” Technical report, arXiv:1212.3709, 2012b.
- 【36】Shiryaev, A.N., M.V. Zhitlukhin, and W.T. Ziemba. “When to Sell Apple and the Nasdaq 100? Trading Bubbles with a Stochastic Disorder Model.” The Journal of Portfolio Management, Vol. 40, No. 2 (2014), pp. 1-10.
- 【37】——. “Land and Stock Bubbles, Crashes and Exit Strategies in Japan, circa 1990 and in 2013.” Quantitative Finance, Vol. 15, No. 9 (2015), pp. 1449-1469.
- 【38】World Federation of Exchanges, “Monthly Reports.” 2017.
<http://www.world-exchanges.org/home/index.php/statistics/monthly-reports>.
- 【39】Ziemba, W.T., S. Lleo, and M.V. Zhitlukhin. Stock Market Crashes: Predictable and Unpredictable and What to Do About Them, Singapore: World Scientific, 2017.
- 【40】Ziemba, W.T., and S.L. Schwartz. Invest Japan, Chicago: Probus, 1991.

风险提示：文献中的结果均由相应作者通过历史数据统计、建模和测算完成，在政策、市场环境发生变化时模型存在失效的风险。

请务必阅读正文之后的信息披露和重要声明

分析师声明

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

投资评级说明

投资建议的评级标准	类别	评级	说明
报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级(另有说明的除外)。评级标准为报告发布日后的12个月内公司股价(或行业指数)相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅。其中：A股市场以上证综指或深圳成指为基准，香港市场以恒生指数为基准；美国市场以标普500或纳斯达克综合指数为基准。	股票评级	买入	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅大于15%
		审慎增持	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在5%~15%之间
		中性	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在-5%~5%之间
		减持	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅小于-5%
		无评级	由于我们无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使我们无法给出明确的投资评级
	行业评级	推荐	相对表现优于同期相关证券市场代表性指数
		中性	相对表现与同期相关证券市场代表性指数持平
		回避	相对表现弱于同期相关证券市场代表性指数

信息披露

本公司在知晓的范围内履行信息披露义务。客户可登录 www.xyzq.com.cn 内幕交易防控栏内查询静默期安排和关联公司持股情况。

使用本研究报告的风险提示及法律声明

兴业证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。本报告仅供兴业证券股份有限公司(以下简称“本公司”)的客户使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载资料的来源被认为是可靠的，但本公司不保证其准确性或完整性，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。本公司并不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此相关的其他任何损失承担任何责任。

本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可升可跌，过往表现不应作为日后的表现依据；在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告；本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

除非另行说明，本报告中所引用的关于业绩的数据代表过往表现。过往的业绩表现亦不应作为日后回报的预示。我们不承诺也不保证，任何所预示的回报会得以实现。分析中所做的回报预测可能是基于相应的假设。任何假设的变化可能会显著地影响所预测的回报。

本公司的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

本报告并非针对或意图发送予或为任何就发送、发布、可得到或使用此报告而使兴业证券股份有限公司及其关联子公司等违反当地的法律或法规或可致使兴业证券股份有限公司受制于相关法律或法规的任何地区、国家或其他管辖区域的公民或居民，包括但不限于美国及美国公民(1934年美国《证券交易所》第15a-6条例定义为本「主要美国机构投资者」除外)。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。未经授权的转载，本公司不承担任何转载责任。

特别声明

在法律许可的情况下，兴业证券股份有限公司可能会持有本报告中提及公司所发行的证券头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务服务。因此，投资者应当考虑到兴业证券股份有限公司及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突。投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一信赖依据。

兴业证券研究

上海	北京	深圳
地址：上海浦东新区长柳路36号兴业证券大厦15层	地址：北京西城区锦什坊街35号北楼601-605	地址：深圳市福田区皇岗路5001号深业上城T2座52楼
邮编：200135	邮编：100033	邮编：518035
邮箱：research@xyzq.com.cn	邮箱：research@xyzq.com.cn	邮箱：research@xyzq.com.cn

请务必阅读正文之后的信息披露和重要声明

- 14 -