附录 1 股价崩盘风险变量定义及测度

本文沿用已有文献的惯常做法（Chen 等，2001；Hutton 等，2009；Xu 等，2014），采用股票收益负偏态系数（*NCSKEW*）和股票收益上涨下跌波动率的比值（*DUVOL*）来衡量股价崩盘风险，这两个指标数值越大意味着股价崩盘风险越高。本文使用的第一个股价崩盘风险指标是股票收益负偏态系数（*NCSKEW*），是股票 *i* 经市场调整后周特质收益率（$W_{i,t}$）的负偏度。在计算股票收益负偏态系数（*NCSKEW*）时，我们首先根据式（1）采用个股周收益率和市场周收益率分年度进行回归得到个股的周特质收益率。式（1）中的 $r_{i,t}$ 为个股 *i* 在第 *t* 周的周收益率；$r_{i,t}$ 为市场在第 *t* 周经流通市值加权的平均收益率。式（1）中加入了市场收益率的滞后两期和超前两期以调整股票非同步性交易造成的影响（Dimson，1979）。回归残差项 $\varepsilon_{i,t}$ 表示个股收益率不能被市场收益率所解释的部分，即个股的周特质收益率。

$$r_{i,t} = \beta_0 + \beta_{1,i} * r_{m,t-2} + \beta_{2,i} * r_{m,t-1} + \beta_{3,i} * r_{m,t} + \beta_{4,i} * r_{m,t+1} + \beta_{5,i} * r_{m,t+2} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

其次，按照现有研究惯例，我们将残差项 $\varepsilon_{i,t}$ 加 1 后再取自然对数，得到个股周特质收益率（$W_{i,t}$）：

$$W_{i,t} = \ln(\varepsilon_{i,t}+1) \quad (2)$$

最后，我们将个股周特质收益率（$W_{i,t}$）代入式（3）中，得到股票收益负偏态系数（*NCSKEW*），其中 *n* 为股票 *i* 在 *t* 年的交易周数。

$$NCSKEW_{i,t} = -[n(n-1)^{3/2}\sum W_{i,t}^{3}] / [(n-1)(n-2)(\sum W_{i,t}^{2})^{3/2}] \quad (3)$$

由式（3）可知，$NCSKEW_{i,t}$ 指标是统计学上的偏态系数（*skewness*）的相反数。偏态系数是测度数据分布偏斜方向和程度（偏度）的统计量，描述数据分布的对称程度。如果收益率数据的分布是对称的（收益率均匀地分布在其均值两侧，如正态分布），那么偏态系数取值为 0（无偏）。在理想的状态下，如果管理层没有藏匿坏消息，个股周特质收益率（$W_{i,t}$）处于上涨和下跌阶段的概率是相等的（即 $W_{i,t}$ 均匀地分布在其均值左右两侧），此时即 $W_{i,t}$ 的分布应该是无偏的，$NCSKEW_{i,t}$ 取值为 0。当收益率数据为非对称分布时，如果观测值在均值右侧的数量较多（如图 1 所示），为了满足所有数据与均值的离差之和为 0，应该存在较大的数与之平衡，所以分布图里有一个向左延伸的很长的拖尾（左端离群值，表示存在极端的负收益率的观测值，“血亏”的情形），此时收益率数据为左偏分布。由于左侧的“离群值”对偏度系数的计算结果影响非常大，以至于计算出来的偏度系数取小于 0。左偏分布中偏态系数越小，表示数据左偏程度越大。（右偏分布偏态系数越大，表示右偏程度越大）。

在现实中，管理层出于自身利益的考虑可能会隐藏坏消息，直到坏消息积累到一定程度，无法继续隐藏才集中披露；而对于好消息管理层则没有隐藏的动机（Kothari 等，2009）。由于管理层藏匿坏消息，个股周特质收益率 $W_{i,t}$ 处于上涨阶段的概率大于下跌阶段的概率，此时收益率多集中在其均值右侧的区间，呈左偏分布（如图 1 所示），此时偏态系数小于 0。

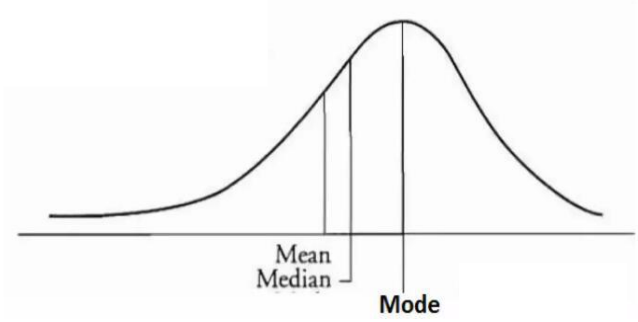


图 1 负偏态分布

根据管理层隐藏坏消息程度的不同，收益率偏态系数将会呈现不同程度的偏斜。管理层越倾向于隐藏坏消息，周特质收益率左偏程度越大，偏态系数越小（–∞,C）；管理层越倾向于经常发布坏消息，隐藏好消息，收益率处于下跌阶段的概率大于上涨阶段的概率，收益率多集中在其均值左侧区间，为了满足所有数据与均值的离差之和为 0，所以分布图里有一个向右延伸的很长的拖尾，数据分布为右偏态分布，此时计算出来的偏态系数很会非常大（C，+∞）。不同程度的消息隐瞒造成不同的收益率序列分布（左偏、右偏，无偏），形成不同的偏态系数，所以，偏态系数的取值范围可以为一切实数（–∞，+∞）。统计学中，若偏态系数大于 1 或小于-1，称为高偏态分布（严重偏斜）；若偏态系数在 0.5～1 或者-1～-0.5 之间，则认为是中等偏态分布（中度偏斜）；若偏态系数处于 ±0.5 之间，则为轻度偏态分布（轻度偏斜）。

本文使用的第二个股价崩盘风险的指标是股票收益上涨下跌波动率比值（$DUVOL_{i,t}$）。在计算股票收益上涨下跌波动率的比值（$DUVOL_{i,t}$）时，我们首先以个股周特质收益率（$W_{i,t}$）的年度均值 *Average*（$W_{i,t}$）为基准，把个股周特质收益率（$W_{i,t}$）高于其均值 *Average*（$W_{i,t}$）的日历周定义为上涨周（up），年度总上涨周数为 n_u，同时把个股周特质收益率（$W_{i,t}$）低于其均值 *Average*（$W_{i,t}$）的日历周相应定义为下跌周（$down$），年度内总下跌周数为 n_d。我们将年度总上涨周数为 n_u 和总下跌周数为 n_d 以及个股周特质收益率（$W_{i,t}$）代入式（4）计算得到股票收益上涨下跌波动率比值（$DUVOL_{i,t}$）。

$$DUVOL_{i,t} = \log\left\{\left[(n_u - 1)\sum_{down} W_{i,t}^{\ 2}\right] \Big/ \left[(n_d - 1)\sum_{up} W_{i,t}^{\ 2}\right]\right\} \tag{4}$$

其中，$\sum_{down} W_{i,t}^{\ 2} / (n_d - 1)$ 为股票下跌子样本中股票收益率的方差；$\sum_{up} W_{i,t}^{\ 2} / (n_u - 1)$ 为股票上涨子样本中股票收益率的方差。$DUVOL_{i,t}$ 实际上是一个以常数 e（e 约等于 2.71828）为底数的自然对数函数，对数函数中的真数为一年中股票下跌和上涨两个子样本方差的比值。

在理想状态下，如果管理层没有藏匿坏消息，收益率上涨幅度和下跌幅度应该是没有差异的，即下跌上涨两个子样本中收益率的方差相等，此时函数中的真数取值为 1，$DUVOL = \ln 1 = 0$，即由股票收益上涨下跌波动率计算出来的崩盘风险指标数值为 0。然而，现实中由于管理层隐藏坏消息，当坏消息积累到一定程度达到极限时终究“纸包不住火”，在某个时间点大量涌出，集中释放到外部市场，从而对公司股价造成极大的冲击，股价暴跌。由于坏消息的集中披露，使得 $W_{i,t}$ 下跌的幅度大于上涨的幅度。下跌幅度越大表明收益率低

于其均值，且偏离均值的距离较远（收益率呈负偏态分布），此时下跌子样本中股票收益率的方差远大于上涨子样本中股票收益率的方差，对数函数中分子数值越大（下跌方差），真数值越大，计算出的对数值也越大，对应的收益率分布越左偏，由此股价崩盘风险也越高。

由于偏态系数的取值范围可以为一切实数（ –∞，+∞ ），所以其相反数股价崩盘风险（ *NCSKEW* ）的取值范围也是一切实数（ –∞，+∞ ）。在特定的研究区间和研究样本中，由于个股周特质收益率的分布不同，导致股价崩盘风险（ *NCSKEW* ）的取值范围也不尽相同。本文的股价崩盘风险 *F _ NCSKEW* 的均值（中位数）为-0.287（-0.266），与以往关于中国上市公司股价崩盘风险相关研究中（Xu 等，2021；许年行等，2012；Xu 等，2014）的描述相符。其中，Xu 等（2021）研究中 *F _ NCSKEW* 的均值（中位数）为-0.271（-0.237），中位数为；许年行等（2012）研究样本中 *F _ NCSKEW* 的均值（中位数）为-0.248（-0.227），中位数为；Xu 等（2014）的研究中 *F _ NCSKEW* 均值（中位数）为-0.365（-0.341）。

由于股票收益上涨下跌波动率比值（ *DUVOL* ）变量是一个以 e 为底的自然对数函数分布，有自然对数函数分布的特性可知，*DUVOL* 的取值范围为一切实数（ –∞，+∞ ）。在特定的研究区间和研究样本中，由于个股周特质收益率的分布不同，导致股价崩盘风险代理指标（ *DUVOL* ）的取值范围也不尽相同。本文的股价崩盘风险 *F _ DUVOL* 的均值（中位数）为-0.192（-0.200），与以往关于中国上市公司股价崩盘风险相关研究中（Xu 等，2021；许年行等，2012；Xu 等，2014）的描述也是大致相符。其中，Xu 等（2021）研究中 *F _ DUVOL* 的均值（中位数）为-0.179（-0.176）；许年行等（2012）研究样本中 *F _ DUVOL* 的均值（中位数）为-0.218（-0.221）；Xu 等（2014）的研究中 *F _ DUVOL* 的均值（中位数）为-0.273（-0.277）。

两个广泛使用的股价崩盘风险指标并没有崩盘事件的确切临界值。从 *NCSKEW* 角度来理解，这是因为管理层隐藏坏消息的程度越大，收益率上涨概率越大（数据多集中在收益率均值右侧，均值左侧的数据向左延伸无线拉长）。在管理层隐藏坏消息严重的极端情形下，偏态系数可以趋近负无穷，此时偏态系数的相反数 *NCSKEW* 趋向正无穷。从 *DUVOL* 的角度来理解，由对数分布函数的性质可知， *DUVOL* 的取值可以无限趋近正无穷（下跌阶段收益率方差远高于上涨阶段收益率方差），此时收益率数据分布在均值左侧并距离均值很远（“血亏”情形），数据分布呈严重左偏，股价崩盘风险很高。但是无论股票收益负偏态系数 *NCSKEW* 取值如何，无论股票收益上涨下跌波动率比值（ *DUVOL* ）取值如何，它们都不意味着崩盘事件的必然发生。 *NCSKEW* 和 *DUVOL* 的作用是估算、预测未来的股价崩盘风险，股价崩盘风险和实际崩盘事件之间只能近似，并不意味着崩盘事件的必然发生。

附表 1 变量定义

附表 1 变量定义

变量	变量定义
NCSKEW	股票收益负偏态系数
DUVOL	股票收益下跌波动率和上涨波动率的比值
Exercise	试点地区上市公司观测值位于试点年份之后取值为 1，否则为 0
RET	考虑现金红利再投资的个股周收益率的年度平均数
SIGMA	周个股收益率的标准差
ROA	总资产收益率，净利润除以企业总资产
Asset	公司规模，公司总资产取自然对数
BM	公司账面市值比
Dturn	个股月平均超额换手率，企业第 *t* 年月均换手率与 *t*-1 年月均换手率差值的均值
DisAcc	调整的琼斯模型（Dechow 等，1995）计算得到的公司操纵性应计的绝对值
Leverage	资产负债率，公司总负债除以总资产

附表 2 基准回归模型实证结果

附表 2 持股行权试点政策与公司股价崩盘风险

变量	*F_NCSKEW*	*F_DUVOL*	*F_NCSKEW*	*F_DUVOL*
	(1)	(2)	(3)	(4)
Exercise	-0.108**	-0.093***	-0.092**	-0.084***
	(-2.367)	(-3.091)	(-2.128)	(-2.944)
RET			3.940***	2.381**
			(2.731)	(2.474)
SIGMA			-0.960*	-0.855**
			(-1.690)	(-2.227)
NCSKEW			-0.128***	-0.071***
			(-12.086)	(-10.021)
ROA			-0.209	-0.196**
			(-1.390)	(-2.026)
Asset			0.134***	0.084***
			(5.190)	(4.940)
BM			-0.964***	-0.661***
			(-11.727)	(-12.297)
Dturn			-0.071	-0.050
			(-0.782)	(-0.813)
DisAcc			0.171*	0.141**
			(1.848)	(2.292)
Leverage			-0.272***	-0.132**
			(-2.741)	(-2.021)
Constant	-0.190***	-0.150***	-2.541***	-1.606***
	(-13.700)	(-15.534)	(-4.607)	(-4.369)
Firm FE	Yes	Yes	Yes	Yes
Year FE	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	11740	11740	11740	11740
R-squared	0.052	0.058	0.095	0.097

注：括号内数值表示经公司层面聚类调整（*Cluster*）后的*t*值；***、**、*分别表示在1%、5%、10%统计水平上显著。下同。

附表 3 动态效应分析回归结果

附表 3 持股行权试点对股价崩盘风险的动态效应

变量	*F_NCSKEW*	*F_DUVOL*
	(1)	(2)
$Before^{-2}$	0.029	0.021
	(0.962)	(0.973)
$Before^{-1}$	-0.036	-0.014
	(-1.201)	(-0.685)
$After^{1}$	-0.099**	-0.091***
	(-2.119)	(-2.961)
$After^{2}$	-0.129	-0.120**
	(-1.608)	(-2.387)
$After^{3}$	-0.188*	-0.151**
	(-1.744)	(-2.202)
RET	5.222***	3.331***
	(4.479)	(4.283)
SIGMA	-0.654	-0.562*
	(-1.383)	(-1.760)
NCSKEW	-0.139***	-0.078***
	(-14.672)	(-12.276)
ROA	-0.323**	-0.267***
	(-2.196)	(-2.871)
Asset	0.111***	0.072***
	(4.902)	(4.880)
BM	-0.841***	-0.584***
	(-11.055)	(-11.970)
Dturn	-0.034	-0.008
	(-0.461)	(-0.166)
DisAcc	0.184**	0.167***
	(2.192)	(3.010)
Leverage	-0.213**	-0.108*
	(-2.338)	(-1.810)
Constant	-2.201***	-1.394***
	(-4.428)	(-4.314)
Firm FE	Yes	Yes
Year FE	Yes	Yes
Observations	13748	13748
R-squared	0.297	0.294

附表 4 安慰剂检验回归结果

附表 4 安慰剂检验

变量	*F_NCSKEW*	*F_DUVOL*
	(1)	(2)
Exercise	0.040	-0.006
	(0.944)	(-0.200)
RET	2.852*	2.438**
	(1.814)	(2.276)
SIGMA	0.958	0.212
	(1.534)	(0.487)
NCSKEW	-0.179***	-0.100***
	(-15.949)	(-13.077)
ROA	0.083	0.081
	(0.326)	(0.468)
Asset	0.021	0.010
	(0.610)	(0.478)
BM	-0.724***	-0.500***
	(-6.433)	(-6.709)
Dturn	0.131	0.147**
	(1.456)	(2.384)
DisAcc	0.144	0.097
	(1.239)	(1.237)
Leverage	-0.010	-0.007
	(-0.089)	(-0.090)
Constant	-0.388	-0.105
	(-0.517)	(-0.229)
Firm FE	Yes	Yes
Year FE	Yes	Yes
Observations	10182	10182
R-squared	0.084	0.076

附表 5 稳健性检验回归结果

附表 5 稳健性检验

Panel A：变更样本时间窗口

变量	*F_NCSKEW*	*F_DUVOL*	*F_NCSKEW*	*F_DUVOL*	*F_NCSKEW*	*F_DUVOL*
	2015-2018		2013-2020		2012-2021	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Exercise	-0.070*	-0.064**	-0.095**	-0.080***	-0.099**	-0.082***
	(-1.695)	(-2.355)	(-2.243)	(-2.874)	(-2.336)	(-2.954)
RET	4.863***	3.823***	7.866***	5.440***	6.720***	4.571***
	(3.468)	(4.124)	(7.906)	(8.121)	(7.693)	(7.730)
SIGMA	-0.396	-0.592	-0.887**	-0.843***	-0.704**	-0.727***
	(-0.684)	(-1.513)	(-2.183)	(-3.084)	(-1.986)	(-3.081)
NCSKEW	-0.247***	-0.142***	-0.096***	-0.050***	-0.068***	-0.030***
	(-21.068)	(-18.193)	(-12.006)	(-9.352)	(-9.530)	(-6.453)
ROA	-0.711***	-0.474***	-0.463***	-0.336***	-0.449***	-0.362***
	(-3.127)	(-3.380)	(-3.867)	(-4.350)	(-4.253)	(-5.287)
Asset	0.155***	0.107***	0.099***	0.055***	0.093***	0.046***
	(4.617)	(4.967)	(5.673)	(4.725)	(6.468)	(4.931)
BM	-1.149***	-0.796***	-0.630***	-0.390***	-0.556***	-0.340***
	(-10.566)	(-11.478)	(-10.645)	(-10.261)	(-11.531)	(-11.016)
Dturn	0.000	0.009	0.006	0.029	0.083	0.069
	(0.005)	(0.193)	(0.082)	(0.621)	(1.286)	(1.598)
DisAcc	0.121	0.120**	0.167**	0.150***	0.140*	0.122**
	(1.395)	(2.138)	(2.038)	(2.837)	(1.848)	(2.526)
Leverage	-0.168	-0.090	-0.271***	-0.160***	-0.261***	-0.170***
	(-1.228)	(-1.005)	(-3.693)	(-3.377)	(-4.532)	(-4.551)
Constant	-3.455***	-2.373***	-1.983***	-1.055***	-1.914***	-0.912***
	(-4.638)	(-4.953)	(-5.368)	(-4.292)	(-6.361)	(-4.637)
Firm FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Year FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	10044	10044	18515	18515	23131	23131
R-squared	0.154	0.157	0.072	0.074	0.057	0.058

Panel B：标准差分模型设定

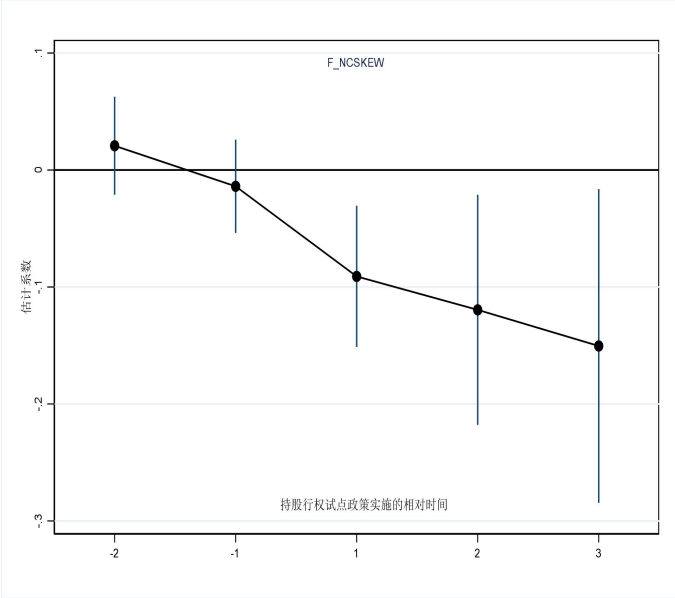
变量	*F_NCSKEW*	*F_DUVOL*	*F_NCSKEW*	*F_DUVOL*	*F_NCSKEW*	*F_DUVOL*
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Treat×Post	-0.129**	-0.085**	-0.103*	-0.088**	-0.130**	-0.086**
	(-2.530)	(-2.454)	(-1.907)	(-2.436)	(-2.548)	(-2.487)
Treat	0.023	0.011			0.028	0.015
	(0.918)	(0.604)			(1.107)	(0.845)
Post	0.159***	0.073***				
	(4.617)	(3.118)				
RET	11.144***	5.523***	12.465***	8.149***	15.510***	9.763***
	(7.645)	(5.286)	(5.757)	(5.125)	(9.175)	(8.021)
SIGMA	0.691	0.827*	-0.493	-0.586	-0.684	-0.548
	(0.956)	(1.667)	(-0.450)	(-0.775)	(-0.869)	(-1.013)
NCSKEW	0.070***	0.052***	-0.166***	-0.090***	0.073***	0.055***
	(4.271)	(4.625)	(-7.920)	(-6.427)	(4.407)	(4.933)
ROA	-0.181	-0.195	-0.934**	-0.733**	-0.229	-0.273
	(-0.690)	(-1.071)	(-2.201)	(-2.564)	(-0.873)	(-1.504)
Asset	0.029*	0.006	0.232***	0.122***	0.009	-0.010
	(1.941)	(0.583)	(4.600)	(3.685)	(0.586)	(-1.018)
BM	-0.390***	-0.217***	-0.816***	-0.525***	-0.277***	-0.135**
	(-4.903)	(-4.092)	(-4.731)	(-4.472)	(-3.330)	(-2.448)
Dturn	-0.349***	-0.273***	-0.087	-0.056	-0.069	-0.015
	(-4.822)	(-5.409)	(-0.643)	(-0.596)	(-0.708)	(-0.226)
DisAcc	0.251***	0.181***	0.120	0.094	0.194**	0.127**
	(2.934)	(3.092)	(1.222)	(1.411)	(2.230)	(2.132)
Leverage	-0.037	-0.046	-0.272	-0.190	-0.034	-0.041
	(-0.540)	(-0.983)	(-1.623)	(-1.607)	(-0.508)	(-0.889)
Constant	-0.702**	-0.185	-4.775***	-2.440***	-0.185	0.228

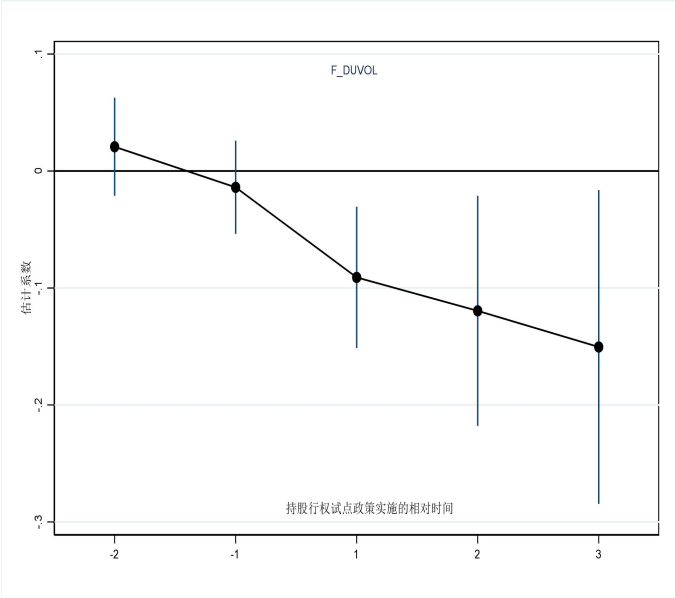
	(-2.379)	(-0.949)	(-4.622)	(-3.572)	(-0.609)	(1.146)
Industry FE	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes

续附表 5 稳健性检验

Panel B：标准差分模型设定						
Firm FE	No	No	Yes	Yes	No	No
Year FE	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	4490	4490	4490	4490	4490	4490
R-squared	0.047	0.045	0.081	0.069	0.052	0.055

附图 1 动态趋势检验图





附图 1 动态检验趋势图

参考文献

[1] 许年行,江轩宇,伊志宏,等. 分析师利益冲突、乐观偏差与股价崩盘风险[J]. 经济研究,2012, 47(07): 127-140.

[2] Chen J, Hong H, Stein J C. Forecasting Crashes: Trading Volume, Past Returns, and Conditional Skewness in Stock Prices[J]. Journal of Financial Economics, 2001, 61(3): 345-381.

[3] Dechow P M, Sloan R, Sweeney A. Detecting Earnings Management [J]. The Accounting Review, 1995, 70(2): 193-225.

[4] Dimson E. Risk Measurement When Shares Are Subject to Infrequent Trading[J]. Journal of Financial Economics, 1979, 7(2): 197-226.

[5] Hutton A P, Marcus A J, Tehranian H. Opaque Financial Reports, R^2, and Crash Risk[J]. Journal of Financial Economics,2009,94(1): 67-86.

[6] Kothari S P, Shu S, Wysocki P D. Do Managers Withhold Bad News?[J]. Journal of Accounting research, 2009, 47(1): 241-276.

[7] Xu N, Li X, Yuan Q, et al. Excess Perks and Stock Price Crash Risk: Evidence from China[J]. Journal of Corporate Finance, 2014, 25: 419-434.

[8] Xu Y, Xuan Y, Zheng G. Internet Searching and Stock Price Crash Risk: Evidence from A Quasi-natural Experiment[J]. Journal of Financial Economics, 2021, 141(1): 255-275.