

《通胀预期如何影响债券信用利差？》附录

附录 1 信用利差计算方法

参考 Ang et al. (2023) 的做法计算每只债券的信用利差，将公司*j*发行的债券*i*在*t*月的到期收益率，减去和该债券*i*具有相同现金流结构的国债到期收益率，得到信用利差作为本文的被解释变量。

$$CS_{ijt} = Yield_{ijt}^{CB} - Yield_t^{CGB} \quad (A1)$$

其中， CS_{ijt} 是公司*j*发行的债券*i*在*t*月的信用利差， $Yield_{ijt}^{CB}$ 是公司*j*发行的债券*i*在*t*月的到期收益率， $Yield_t^{CGB}$ 是和该债券*i*具有相同现金流结构的国债在*t*月的到期收益率。

附录 2 变量定义和描述性统计

本研究涉及的主要变量的定义如附表 1 所示。

附表 1 主要变量名称及定义

变量符号	变量名称	变量定义/来源/频率
CS	债券信用利差(%)	作者计算(月)，被解释变量
IE	通货膨胀预期	作者计算(季)，本文解释变量
Bondrating	信用评级赋值	债项评级,赋值方法为 C=1, CC=2,以此类推,至 AAA=18
Putable	债券投资者回售条款虚拟变量	若含有回售条款为 1，否则为 0
Callable	债券发行人赎回条款虚拟变量	若含有赎回条款为 1，否则为 0
Interbank	债券交易场所虚拟变量	若银行间为 1，否则为 0
Coupon	债券票面利率	Wind 数据库
Term	债券交易当日剩余期限	Wind 数据库
Amihud	非流动性测度(%/百万元)	交易日收益率的绝对值除以交易额，按照月度取均值，Amihud.(2002)
Issueamount	发行额(亿元)	发行额的对数值
Leverage	资产负债率(%)	总负债/总资产(年)
ROA	总资产回报率(%)	净利润×2/(期初总资产+期末总资产)(年)
Assets	总资产(亿元)	总资产的对数值(年)
Termslope	国债期限利差(%)	10 年期国债收益率-1 年期国债收益率，中国债券信息网(月)
Yieldvol	10 年期国债收益率波动率(%)	以过去 21 个交易日计算 10 年期国债日收益率变动的标准差，中国债券信息网(月)
GDP	GDP 季度同比增速	国家统计局(季)

本研究涉及的主要变量的描述性统计如附表 2 所示。

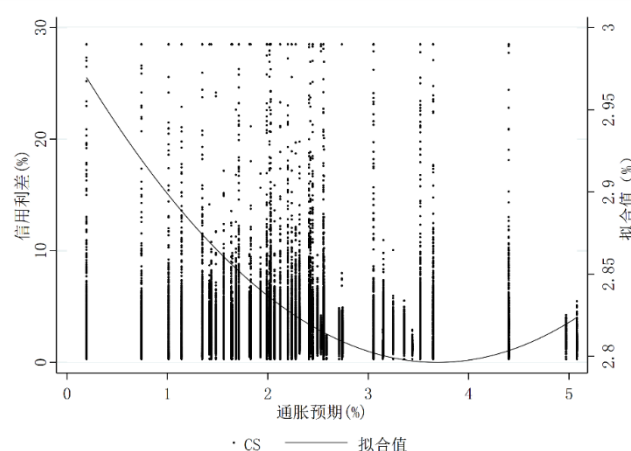
附表 2 描述性统计

变量	样本量	均值	标准差	最小值	中位数	最大值
CS	47875	2.8383	3.4835	0.3074	2.0252	28.4972
IE	47875	2.1885	0.8430	0.1941	2.0668	5.0792
Bondrating	47875	17.1168	1.0195	1.0000	17.0000	18.0000
Putable	47875	0.4405	0.4964	0.0000	0.0000	1.0000
Callable	47875	0.0257	0.1581	0.0000	0.0000	1.0000
Interbank	47875	0.4146	0.4927	0.0000	0.0000	1.0000
Coupon	47875	5.2805	1.2888	2.7000	5.2800	8.4800
Term	47875	2.5605	1.6999	0.1038	2.3452	8.3288
Amihud	47875	0.3724	1.8027	0.0000	0.0003	14.2536
Issueamount	47875	1.8567	2.2301	0.2000	1.0000	15.0000

<i>Leverage</i>	47875	60.8741	15.0455	22.5774	62.4422	86.6453
<i>ROA</i>	47875	5.1798	4.0558	-7.6405	4.7982	17.8355
<i>Assets</i>	47875	3.8410	1.6871	0.6194	3.6127	7.7853
<i>Termslope</i>	47875	0.6464	0.2807	0.1345	0.6176	1.8286
<i>Yieldvol</i>	47875	0.0233	0.0099	0.0086	0.0225	0.0529
<i>GDP</i>	47875	6.4673	3.3519	-6.8000	6.8727	18.3000

附表2是主要变量的描述性统计结果。债券信用利差的均值为2.8383，标准差为3.4835，说明信用利差波动较大，不同债券信用风险有较大差异。通胀预期的均值为2.1885，标准差为0.8430，说明在样本区间内专家对通胀的预测有较大波动。从其余变量的描述性统计看，各控制变量都覆盖了较高与较低数值区间，表明样本集合能够充分反映不同发行主体、不同债券收益率的特征。此外，初步画图拟合发现通胀预期与信用利差呈现的“U”形关系。

由附图1可知，上市公司发行的债券信用利差与通货膨胀预期之间存在明显的“U”形非线性关系：随着通货膨胀预期的增加，债券信用利差先减少后增加。



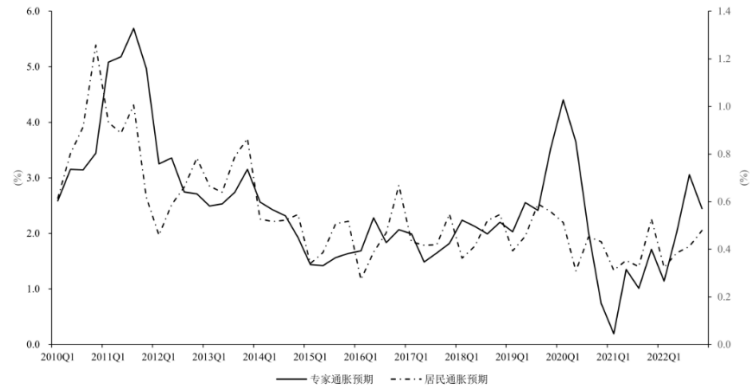
附图1 中国通货膨胀预期与上市公司债券信用利差的关系

附录3 专家通货膨胀预期与居民通货膨胀变化趋势图

附图2展示了2010-2022年专家通胀预期¹与居民通胀预期²随时间变化的趋势。观察发现，专家通胀预期与居民通胀预期基本走势相同，在疫情发生时对通胀预期的判断出现分化。专家预判中长期通胀压力可能上升，而居民更多依赖直观感受，疫情导致失业率上升、收入减少、消费需求骤降，短期内物价波动使其更倾向于通缩预期。专家的预期反映了对这些政策效果的预判，而居民的预期则更多受到当前经济状况的直接影响。对专家通胀预期而言，在金融危机发生后的2011年和疫情发生后的2020年，刺激政策的出台使得专家通胀预期具有较大上升，与基本事实一致。

¹ 《证券市场周刊》组织的“中国宏观经济预测”竞赛通常邀请具有丰富经验和专业知识经济学家、分析师和研究人员参与。这些专家通常对宏观经济指标有深入的研究和理解，能够基于最新的经济数据 and 政策动向做出较为准确的预测。债券市场主要参与者是专业投资者，专家预测能够较大程度地影响投资者的行为，本文使用专家预测的平均值来研究通胀预期对债券市场的影响，能够较好反映市场整体的通胀预期，具有较好的代表性。

² 中国人民银行从1995年开始，每年的2、5、8、11月进行储户问卷调查，在全国58个城市选定464个储蓄网点，每个网点随机抽取50名储户作为调查对象。2009年开始，调查城市数量为50个，储蓄网点数量为400个，共2万个储户。储户问卷调查中关于物价预期的问题为“您对近期市场物价趋势的看法”（1995——1999），“您预计未来3个月物价水平将比现在”（2000以来），备选答案分别是“会迅速上升；会基本稳定；会略微下降”（1995——1999）、“上升；基本不变；下降”（2000——2009Q1）、“上升；基本不变；下降；看不准”（2009Q2至今）。



附图 2 专家通货膨胀预期与居民通货膨胀变化趋势图（2010-2022 年）

附录 4 稳健性检验

为检验研究结论的稳健性，本研究对模型进行了多种方式的稳健性检验，检验结果如附表 3 所示。

附表 3 稳健性检验

	(1) <i>CS_{CDB}</i>	(2) <i>CS</i>	(3) <i>CS</i>	(4) <i>CS</i>	(5) <i>CS</i>	(6) <i>CS</i>
<i>IE</i>	-0.4411*** (-2.8056)	-1.6518*** (-2.7302)	-0.4218*** (-2.6812)	-0.3864*** (-4.5522)	-1.1956*** (-4.7675)	-0.4420** (-2.2537)
<i>IE</i> ²	0.1081*** (3.5995)	2.1220*** (4.3852)	0.1061*** (3.5295)	0.1042*** (7.1807)	0.2580*** (5.1640)	0.1162*** (3.1386)
<i>EPU</i>			0.0467*** (3.6823)			
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
时间效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
行业效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
省份效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
债券类型效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
债项评级效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
U 形	2.0395	0.3892	1.9887	1.8534	2.3171	1.9021
置信区间	[1.2522, 2.4174]	[0.1952, 0.4701]	[1.1199, 2.3776]	[1.4281, 2.1172]	[2.0522, 2.5399]	[0.6176, 2.3401]
非线性	-0.3992***	-0.4937*	-0.3806***	-0.3460***	-1.0954***	-0.3969**
左端点斜率						
右端点斜率	0.6575***	2.3086***	0.6555***	0.6726***	1.4252***	0.7382***
样本量	47875	47875	47875	47875	16159	36064
<i>Adj. R</i> ²	0.3081	0.2820	0.2824	0.2462	0.2749	0.3015

附录 5 信用利差分解：违约利差和流动性利差

本文参考 Schwert（2017）的方法，将债券信用利差分解为违约利差和流动性利差。具体来说，本文在用前述构建的 *Amihud* 度量债券非流动性利差基础上，分别按不同交易市场，设计如下回归模型：

$$Credit\ Spreads_{ijmt}(CS) = \alpha + \beta_{jmt} Amihud_{ijmt} + \sum_{k=1}^N \gamma_k Controls_k + FE_s + \varepsilon_{imt}, \quad (A2)$$

控制变量含义同正文，可以得到回归系数 $\widehat{\beta_{jmt}}$ 。此外，对于每个市场 *m*，本文将计算的 *Amihud*_{*ijmt*} 分布的第 1 个百分点记为 *Amihud*_{1jmt}，并用其衡量市场中高流动性债券的非流动性指标。接着用得到的 $\widehat{\beta_{jmt}}$ 分市场 *m* 做如下回归：

$$Liquidity\ Spread_{ijmt} = \widehat{\beta_{jmt}} (Amihud_{ijmt} - Amihud_{1jmt}) \quad (A3)$$

为此得到了债券 *i* 在 *t* 月 *m* 市场的流动性利差 *Liquidity Spread*_{*ijmt*}，如公式（A4）所示违

约利差即为信用利差减去流动性利差部分。

$$Default\ Spread_{ijmt} = Credit\ Spreads_{ijmt} - Liquidity\ Spread_{ijmt} \quad (A4)$$

附录 6 债券超额风险测度方法

本文将采用如下方法将信用利差分解为对预期违约损失的补偿和超额风险溢价。Gilchrist and Zakrajšek (2012) 认为信用利差中预期违约损失部分，与公司层面以及债券层面预期违约概率的衡量标准是线性相关的，这种概率的一个关键预测是违约距离 (Default Distance, DD)。在 Merton (1974) 的框架中计算违约距离 DD 涵义是，资产价值的分布期望值和临界点“违约点”之间的相对距离。使用 Merton (1974) 的违约结构模型来构建上市公司的违约测度，该模型的关键计算得到公司离违约边界有多少个标准差来表征违约距离。违约距离越低，表明该企业越接近违约边界，因此违约概率越高。在 Merton 模型下，公司的总资产遵循几何布朗运动：

$$dV_t = \mu V_t dt + \sigma_A V_t dZ_t \quad (A5)$$

式中 V_t 为企业总资产在 t 值时刻价值， Z 为布朗运动， μ 为恒定的增长率， σ_A 为波动率。根据 Merton 模型，企业权益的价值是对企业资产的欧式看涨期权，执行价 K 等于企业的负债价值。利用这一观点本文通过同时迭代方法求解以下非线性方程来估计公司的资产价值 V 及其相应的资产波动 σ_A 。

$$E_t = V_t N(d_1) - e^{rT} K N(d_2) \quad (A6)$$

$$\sigma_E = \frac{V}{E} \frac{\partial E}{\partial V} \sigma_A \quad (A7)$$

$$d_1 = \frac{\ln(V_t/K) + (r + \sigma_A^2/2)T}{\sigma_A \sqrt{T}}; d_2 = \frac{\ln(V_t/K) + (r - \sigma_A^2/2)T}{\sigma_A \sqrt{T}} \quad (A8)$$

其中式(A6) E_t 是公司在 t 时刻权益的市场价值， r 是无风险利率， σ_E 是权益价值波动率，其中 T 是负债时间范围。对模型的输入变量进行如下校准， T 本文取每一年；对于每个季度，本文使用 μ 为过去三年资产价值的平均增长率；违约边界 K 等于公司的流动负债加上长期债务的一半；公司的权益价值等于公司的市值，即季度末股票价格乘以已发行普通股；对于股票波动率 σ_E ，本文使用季度内的每日股票回报计算，同时要求发行人在季度内至少有 10 个交易日；无风险利率采用一年期银行存款利率。本文从公式(A7)估计资产价值 V 和资产波动 σ_A ，计算得到公司季度层面违约距离：

$$DD_t = \frac{\ln(V_t/K) + (\mu - \sigma_A^2/2)T}{\sigma_A \sqrt{T}} \quad (A9)$$

得到违约距离之后，接着添加其他衡量违约概率的指标，包括公司层面的市场杠杆率和营业收入与销售比率、现金比率、Zscore；债券层面的信用评级、票面利率和债券流动性、含权特征、外部担保或者增信、剩余期限等，进行如下回归。

$$\ln(CS_{it}[k]) = \beta_0 + \beta_1 DD_{k,t} + \beta_2 Z_{i,t}[k] + \epsilon_{i,t} \quad (A10)$$

CS_{it} 是公司 k 发行的债券 i 在 t 交易日的信用利差， $Z_{i,t}[k]$ 包括上文所述的所有债券、公司层面控制变量，在一定条件下可以将由公司和债券水平所预测违约概率表示为：

$$DP_{i,t}[k] = \widehat{CS}_{i,t}[k] = \exp(\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 DD_{i,t} + \hat{\beta}_2 Z_{i,t}[k] + \hat{\sigma}^2/2) \quad (A11)$$

$\hat{\sigma}^2$ 是误差项的估计方差，预测信用利差表 $\widehat{CS}_{i,t}[k]$ 代表信用利差中预期违约损失部分，它反映了债券预期违约损失的溢价 (Default Premium)。信用利差剩下的部分将反映超额风险溢价：

$$EBP_{i,t}[k] = CS_{i,t}[k] - DP_{i,t}[k] \quad (A12)$$

参考文献

- [1] Ang, A., J. Bai and H. Zhou, 2023, “The Great Wall of Debt: Real Estate, Political Risk, and Chinese Local Government Financing Cost”, *Journal of Finance and Data Science*, 9, pp. 100098~100098.
- [2] Schwert, M., 2017, “Municipal Bond Liquidity and Default Risk”, *Journal of Finance*, 72(4), pp. 1683~1722.