

解读上交所利率期限结构的变化

蔡红丽 王涛 王亦伦*

(复旦大学管理学院, 上海, 200433)

*(复旦大学数学学院, 上海, 200433)

摘要:利率变化是影响债券价格变化的最主要的因素, 国外的研究表明有三个不确定性因素影响利率期限结构的变化, 利率期限结构在平行移动的同时也表现出非平行性变化, 本文通过对我国上交所国债市场利率期限结构变化的分析得到了影响我国国债市场利率曲线变化的三个最主要的因子即水平度, 倾斜度和曲度, 并讨论了几个因子变化的意义, 给债券利率风险管理提供了重要的参考价值。

关键词: 利率期限结构, 主成分分析, 因子变化

一、引言:

市场利率是决定债券价格变化的最主要的因素。由于宏观经济因素以及金融市场本身众多的因素处于不断的变化当中, 利率也在不断变化, 正是由于利率的变化, 导致固定收益市场金融产品价格的波动, 因而必须对债券组合进行利率风险管理以避免利率的大幅波动对组合价值的影响。而对利率期限结构形状的变化分析就成为利率风险管理的关键所在。传统的利率风险管理侧重于久期和久期管理, 也就是说, 仅仅考虑利率期限结构平行移动的风险。但这种管理方式假定仅有一个风险因子影响利率期限结构的变化, 并且限制利率期限结构上所有点都必须完全相关, 但事实上利率期限结构在发生平行移动的同时, 倾斜度和曲度也在发生改变, 表现出另外一个很重要的风险源。国外的研究文献已经说明有三个潜在的不确定因素影响期限结构的跨期变化, 本文的目的就是以上交所市场债券价格隐含的利率期限结构数据作为分析对象, 运用主成分分析从主导我国债券市场利率期限结构的实际运动的历史收益率曲线中找出影响我国债券市场利率期限结构变化的几个因子来, 找出我国利率期限结构变化的主要形式, 以期对我国债券市场利率风险管理提供有益的参考价值。

本文以下首先回顾了国外学者对世界许多国家债券市场研究得出的结论, 然后介绍用主成分分析法对我国上交所国债市场利率期限结构变化的分析结果, 最后讨论了引起利率期限结构变化的几个因子的意义及各个因子对债券收益率的影响。

二、国外研究综述:

国外的学者们大多都是用主成分分析法研究利率期限结构的变化。主成分分析就是在降维的思想下产生的处理高维数据的方法。运用主成分分析法分析利率曲线的变化最早是受 Litterman 和 Scheinkman 的影响, 他们通过多因素模型研究了美国的国债收益率曲线, 考查了影响债券收益率变化的几个风险因素。此后学者们又针对不同国家的债券市场, 采用类似方法对各国收益率曲线进行主成分分析, 如: 德国、瑞士、澳大利亚、法国、新西兰等, 对各国国债市场的研究都表明: 利率变化决大部分由三个因子的变化引起, 分别是水平因子, 倾斜度因子和曲度因子。其中水平因子的影响最大, 它反映了平行变动是利率曲线的主要变化形式, 其次是倾斜度因子, 是影响短期利率与长期利率朝相反方向变化的重要因素, 再次就是曲度因子, 是影响利率期限结构曲度的主要因子。横向来看, 大部分国家国债市场利率期限结构收益率曲线变动方式主要有平行度变化, 倾斜度变化和曲度变化。而且不同国家的债券市场这三个因子的变化对利率期限结构变化的影响程度十分近似, 即水平因子影响最大, 倾斜度因子次之, 曲度因子影响最小。但具体到每一个国家, 三个因子对利率期限结构

变化的影响又并不完全一致,这也正是本文对影响我国上交所利率期限结构变化的几个因子进行研究的意义所在。

三、我国上交所国债市场的利率期限结构变化的分析

在对利率期限结构的变化的研究中,可以选取一些有代表性的参考期限做为主成分分析的对象,也就是分析这些参考期限的利率的变化情况,可以构造出每个参考期限利率的日变化(或周变化等)的序列,然后计算这些变化序列的协方差矩阵,下一步就是计算该协方差矩阵的特征值以及对应的特征向量。这些特征向量可以看作是独立的利率期限结构的基本变化形式。也就是说,任何时点的利率期限结构变化都可以看作是这些不同的、独立的、基本的利率期限结构变化形式的组合,我们可以从特征向量所对应的特征值大小判断哪一种变动形式起主导作用。

由于交易所交易的国债的品种较少,因而无法从市场上观测到某个时间点的利率期限结构,利率期限结构必须采用适当的方法通过市场上债券的交易数据估计出来。因此首先用交易所交易的债券数据采用 *Nelsen Siegel* 方法得到交易所隐含的从 96 年 3 月到 03 年 4 月的每周的利率期限结构,选取 1、2、3、5、7、10、15、20 年作为 8 个参考期限,得到这八个参考期限从 96 年 3 月到 03 年 4 月的每周的收益率的历史变化序列共 352 组数据。然后在这个时间序列基础上做主成分分析。

主成分分析的结果显示:前三个主成分解释了 99% 以上的利率变动,主成分分析的结果如下表 1 所示:

表 1 主成分分析结果

主成分	特征值	贡献率(%)	累计贡献率(%)
1	2.6902e-005	75.14	75.14
2	7.7453e-006	21.29	96.43
3	1.0176e-006	2.55	98.98

由上表可见,主成分分析的结果中前三个主成分能解释近 99% 的利率变动,显然选取前三个主成分来分析利率期限结构的变化已经相当精确。因此,本文仅采用三个因子来解释利率曲线的变动情况。前三个主成分的系数如表 2 所示:

表 2 前三个主成分系数

年限	1	2	3	4	5
Prin1	-0.70779	-0.55894	-0.40198	-0.35552	-0.29055
Prin2	-0.50578	0.035728	0.60715	0.55674	0.25364
Prin3	-0.35515	0.34578	0.36365	-0.44463	-0.65144

从上表可以看出,第一个因子对所有期限债券的收益率的影响系数都是负值,说明该因子对所有期限的利率的影响方向相同,而且该因子对所有期限的收益率的影响大小相似,因而这个因子解释了利率的同向变动,意味着它对应利率曲线的平行移动(level)。第二个因子的变化对短期利率的影响为负值,而对长期利率的影响却是正值,即引起短期收益率和长期收益率朝相反的方向变动,意味着该因子影响利率期限结构的倾斜度(slope),是导致利率曲线倾斜度变动的因子。第三个因子对短期和长期利率的影响为负值,但对中长期利率的影响却与此相反,即第三个因子的变化引起短期收益率和长期收益率向某一方向运动,而中长期的收益率却朝与此相反的方向变动。因此第三个因子影响利率期限结构的曲度(curvature)。

四、因子变化的经济意义

上面对我国上交所国债市场利率期限结构所做的主成分分析结果说明利率期限结构的变动有三种重要的运动形式，分别是平行移动、倾斜度变化和曲度变化。这与国外的研究结果基本吻合。对美国国债市场的分析发现第一个因子水平度可以解释利率期限结构 70% 的变化，第二个因子倾斜度可以解释 11% 的变化，第三个因子曲度可解释 5% 的变化，说明美国国债利率期限结构 85% 以上的变化可由三个因子的变化来解释。因此采用主成分分析方法从利率期限结构的变化中找出的三个因子在经济上可以解释为从收益率曲线的动态变化中观察到的引起其平行移动、倾斜度变化和曲度变化的三个因子。三个因子中，水平因子对利率曲线变化的影响最大，反映了平行移动在利率曲线的变化中起主导作用，在投资实践中，投资者经常通过久期来对债券价格变化套期保值就是这个道理。研究认为整个利率期限结构的平行移动主要是由于预期通胀的变化引起的，而倾斜度的变化主要是与长期预期通胀的变化或市场风险溢酬的变化有关，当市场对长期利率和短期利率的预期变化方向不一致时就引起倾斜度的变化进而影响利率期限结构的变化。曲度的变化则与利率波动率的变化有关，当对市场收益率变化的波动率预期发生变化时，市场分割造成的特定期限的债券的供求暂时失衡或者利率风险的期限溢价发生变化时都会造成收益率曲线曲度的变化。通常认为：短期债券仅仅对收益率曲线的平行移动敏感，长期债券对收益率曲线的水平和倾斜度的变化都敏感，而含有期权的债券如可赎回债券及其他衍生品对平行变动、倾斜度和曲度的变动都敏感。

五、结论

由于这三个因子是影响利率期限结构变动的主要因素，因此收益率曲线的变动往往可以用这三个因子的变化来解释，残差可以忽略。正如前文提及的，这三个因子可以解释我国国债市场利率期限结构也就是债券价格近 99% 的变化，也就是说可以控制债券利率风险的几乎全部的风险源，比传统的仅考虑利率曲线平行变化的久期管理更严密、更科学。找出影响利率曲线变化的因子还有利于对资产组合套期保值，通过选择一个包含三个证券的资产组合，可以分别对冲掉所持有的组合的平行移动、倾斜度和曲度变化的风险，因而可以对冲掉由于这些因子变化导致的债券收益率变化，成功实现对资产组合的套期保值。

参考文献

- [1] [美]Sushil Sawant. Principal Component Analysis for VAR Estimation[A]. Working paper, ICICI research centre , 2001
- [2] [美]Wesley Pboa. Yield Curve Risk Factors: Domestic And Global Contexts[J]. The Practitioner's Handbook of Financial Risk Management,1998
- [3] [美] Golub, B.W. and Tilman, L.M.. Measuring yield curve risk using Principal Component Analysis, Value at Risk and Key Durations Approach[J]. Journal of Portfolio Management 23 (Summer), 1997, pp 72-84
- [4] [美] David Bolder and David Strélski. Yield Curve Modelling at the Bank of Canada[J]. Technical Report No. 84, 1999
- [5] 李奥奈尔·马特里尼，菲利普·普里奥兰德 著，肖军 译. 固定收益证券，对利率风险进行定价和套期保值的动态方法[M]. 北京：机械工业出版社，2002，pp25-29
- [6] 范金城，梅长林 编著. 数据分析[M]. 北京：科学出版社2002，pp141-15

蔡红丽联系方式：010—68189066；13683376996；022025110@fudan.edu.cn，感谢阅稿