

违约风险的存在会对公司债券等固定收益证券的定价产生影响。在不存在违约风险的情况下,标的资产的价格直接按照无风险利率进行贴现;在存在违约风险时,必须考虑违约风险。

中国违约风险溢酬研究¹

厦门大学金融系 郑振龙 林海

前言

和无风险国债相比,公司债券的投资者必须承担公司无力偿还本金而违约的额外风险。因此,为了吸引投资者,公司债券的收益率应该高于同一时期的市场无风险利率,二者之间的差额就是公司债券的违约风险溢酬。我国公布的利率水平属于官定利率,无法反映市场真实的利率水平,真实的市场利率只能通过市场上的国债价格进行估计。因此,要对公司的违约风险溢酬进行估计和研究,需要分为两个步骤:第一步是通过国债估计市场利率水平,第二步是通过公司债券估计公司债券收益率。郑振龙和林海(2002)作了第一步的研究工作,本文则是在此基础上利用相同的方法进行第二步的研究,并分析中国违约风险的溢酬状况。

在对公司债券收益率进行估计时,有两种可以选择的方法:一种是没有考虑市场利率水平,单独对公司债券收益率进行估计,这是一种单独估计(single estimation)方法;另外一种就是将市场利率考虑进来,将公司债券收益率分解成市场利率和违约风险溢酬进行估计,这是一种联合估计(joint estimation)方法,如Houweling等

(2001)。本文则分别使用这两种估计方法并比较它们的估计结果,得出和Houweling等(2001)相同的结论,即在中国的公司债券市场上,使用联合估计方法可以大大减少估计的误差,而且得出的收益率曲线也比较平滑。

文献综述

违约风险溢酬是指公司债券投资者由于承担公司可能无法还本付息而违约的额外风险而获得的风险报酬。它和市场利率本身的风险是两个不同的概念。在一般的衍生证券风险中性定价中,都没有考虑违约风险,标的资产直接按照无风险利率水平进行贴现;但是在存在违约风险的条件下,标的资产就必须按照考虑了违约风险之后的利率水平进行贴现。因此,对违约风险溢酬的研究,对于标的资产存在违约风险的衍生产品的定价,比如可转换债券的研究,具有重要的意义。

从具体公司的违约风险原因来分析,违约风险可以分解成两个部分:违约的概率(default probability)以及发生违约后损失挽回的比率(recovery rate)。对违约概率的研究,主要通过不同等级之间的违约概率的变化进行分析,如S&P公布的违约概率转变矩阵²;对

损失挽回比率的实证研究有Carty and Lieberman(1996)。此外,利用Merton(1974)对公司价值的研究也可以对违约风险进行估计。

违约风险的存在会对公司债券等固定收益证券的定价产生影响。在不存在违约风险的情况下,标的资产的价格直接按照无风险利率进行贴现;在存在违约风险时,必须考虑违约风险。Hull and White(1995)、Jarrow and Turnbull(1995)等在违约风险和无风险利率的影响因素互相独立的假设条件下对违约风险在衍生产品定价中所产生的影响进行了研究。Tsiveriotis and Fernandes(1998)对存在违约风险的可转换债券定价问题进行了分析。

与上面的研究不同,Houweling等(2001)利用B样条函数对违约风险溢酬进行了直接估计。在估计中使用了联合估计的方法。这种联合估计方法实际上也是假设影响违约风险和市场利率水平的因素互相独立。联合估计和单独估计之间的区别在于:单独估计直接对公司债券的贴现函数进行估计³,估计出来的是公司债券的收益率,减去同一时期的市场利率水平就是公司的违约风险溢酬;联合估计则是将公司债券的贴现函数分解成无风险贴现部分和违约风险贴现部分,无

风险贴现部分直接利用通过国债价格估计出来的结果,所需要估计的就是违约风险贴现部分。这种估计方法可以大大减少单独估计所产生的误差,以及避免单独估计容易造成的违约风险溢价不随期限增加而上升的问题。

我国公司债券发行的现状描述

和股票市场相比,我国债券市场的发展远远落后。在上海证券交易所交易的几百种证券中,只有14只国债、11只公司债券、4只可转换债券,剩余的全部为股票。我国公司债券的发展已经远远落后于股票市场,这不利于一个合理科学的资本市场结构的形成,也与西方成熟资本市场国家的经验相悖⁴。

上海证券交易所发行的11只公司债券的具体情况见表1。其中有4只公司债券到期一次性还本付息,2只公司债券为浮动债券,5只公司债券为每年支付一次固定利息债券。

由于浮动利率债券每年支付的利息额不固定,无法利用贴现函数进行贴现,因此,在下面的分析中,采取同郑振龙和林海(2002)同样的方法,将这两只公司债券剔除。

单独估计和联合估计

单独估计和联合估计之间的区别主要在于对贴现函数的处理上。单独估计是直接从事公司债券的贴现函数估计出公司债券的收益率;联合估计则是将公司债券贴现函数分解成无风险贴现部分和违约风险部分,无风险贴现部分利用国债价格进行估计,违约风险部分利用公司债券价格进行估计。

一、单独估计

假设公司债券的贴现函数为 $\delta(m)$,代表m期之后的1元钱的现值。在单独估计条件下,直接假设贴现函数的具体形式为:

$$\delta(m) = \alpha + \sum_{j=1}^k \alpha_j f_j(m)$$

当 $m=0$ 时,因为 $\delta(0)=1$,所以 $\alpha=1, f_j(0)=0$ ⁵。由于对于所有的m, a的值都相等,因此我们可知 $a=1$ 。

由于我国公司债券的面值等于100,因此,

$$P = 100(1 + \sum_{j=1}^k \alpha_j f_j(m_0)) + C \sum_{i=0}^n (1 + \sum_{j=1}^k \alpha_j f_j(m_i))$$

$$P = 100 + C(n+1) + \sum_{j=1}^k \alpha_j (100f_j(m_0) + C \sum_{i=0}^n f_j(m_i))$$

其中,P代表债券价格,C表示息

票,n+1表示付息次数, m_0 表示债券的到期日, $m_j, j=1,2,\dots,n$ 表示债券的付息日。如果我们令:

$$y = P - 100 - C(n+1), x_j = 100f_j(m_0) + C \sum_{i=0}^n f_j(m_i)$$

就可以得到:

$$y = \sum_{j=1}^k \alpha_j x_j$$

在截面回归模型中, $y_i = \sum_{j=1}^k \alpha_j x_{ij} + \varepsilon_i, i=1,2,\dots,q$ 表示市场上的债券品种。

所以在某个时点t,我们就可以通过对 $f_j(m)$ 以及k的假设求出 α_j ,通过 α_j 就可以求出任何时期的贴现值。贴现值求出之后,连续复利收益率水平可以通过 $r(m) = -\ln(\delta(m))/m$ 进行计算。

二、联合估计

在联合估计中,则假设 $\delta(m) = \delta_1(m) + \delta_2(m)$, $\delta_1(m)$ 代表无风险贴现部分, $\delta_2(m)$ 代表违约风险贴现部分。同上面类似,假设无风险贴现函数 $\delta_1(m) = 1 + \alpha_j \sum_{j=1}^k f_j(m), f_j(0)=0$ 。贴现函数则假设为 $\delta_2(m) = b_j \sum_{j=1}^k g_j(m), g_j(0)=0$ 。则:

$$P = 100 + C(n+1) + \sum_{j=1}^k \alpha_j (100f_j(m_0) + C \sum_{i=0}^n f_j(m_i)) + \sum_{j=1}^k b_j (100g_j(m_0) + C \sum_{i=0}^n g_j(m_i))$$

根据国债价格估计出 α_j ,我们可以令:

$$y = P - 100 - C(n+1) - \sum_{j=1}^k \alpha_j (100f_j(m_0) + C \sum_{i=0}^n f_j(m_i)),$$

$$x_j = 100g_j(m_0) + C \sum_{i=0}^n g_j(m_i),$$

上式就可以转化为:

$$y = \sum_{j=1}^k b_j x_j$$

在截面回归模型中, $y_i = \sum_{j=1}^k b_j x_{ij} + \varepsilon_i, i=1,2,\dots,q$ 表示公司债券品种。

债券市场收益率期限结构估计

本文对贴现函数采用MacCulloch

表1 上海证券交易所公司债券一览表

| 债券代码 | 上市日期 | 到期日 | 期限 | 息票利率 | 利息支付方式 |
|--------|------------|------------|----|-------|--------------|
| 129803 | 1999-06-24 | 2003-6-10 | 5 | 8.6% | 到期一次性还本付息 |
| 129806 | 2000-11-21 | 2003-12-24 | 5 | 6.95% | 到期一次性还本付息 |
| 129901 | 2000-11-21 | 2004-10-12 | 5 | 3.8% | 到期一次性还本付息 |
| 120001 | 2001-09-26 | 2005-8-10 | 5 | 4% | 每年支付一次利息 |
| 129904 | 2001-01-15 | 2006-6-15 | 7 | 5.48% | 每年支付一次利息 |
| 129805 | 1999-06-18 | 2007-1-17 | 8 | 6.2% | 每年支付一次利息 |
| 129905 | 2001-10-09 | 2007-9-8 | 8 | 4.5% | 每年支付一次利息 |
| 129902 | 2000-11-21 | 2009-10-13 | 10 | 4.5% | 到期一次性还本付息 |
| 129903 | 2000-12-18 | 2010-7-25 | 10 | 4% | 每年支付一次利息(浮动) |
| 120101 | 2001-10-19 | 2011-6-17 | 10 | 4% | 每年支付一次利息(浮动) |
| 120102 | 2002-04-19 | 2016-11-8 | 15 | 5.21% | 每年支付一次利息 |

(1971)所提出的样条函数对上海证券交易所2002年9月13日的公司债券收益率期限结构进行估计,具体形式为:

$$f_i(m) = \begin{cases} m - \frac{1}{2d_2}m^2, & 0 \leq m \leq d_2 \\ \frac{1}{2}d_2, & d_2 < m \leq m_n \end{cases}$$

$$f_j(m) = \begin{cases} 0, & 0 < m < d_{j-1} \\ \frac{(m - d_{j-1})^2}{2(d_j - d_{j-1})}, & d_{j-1} \leq m \leq d_j, \\ \frac{1}{2}(d_j - d_{j-1}) + (m - d_j) - \frac{(m - d_j)^2}{2(d_{j+1} - d_j)}, & j=2 \cdots k-1 \\ \frac{1}{2}(d_{j+1} - d_j), & d_j < m \leq d_{j+1} \\ \frac{1}{2}(d_{j+1} - d_j), & d_{j+1} \leq m \leq m_n \end{cases}$$

$$f_k(m) = \begin{cases} 0, & 0 < m < d_{j-1} \\ \frac{(m - d_{k-1})^2}{2(m_n - d_{k-1})}, & d_{k-1} < m \leq m_n \end{cases}$$

$d_j = m_{j+1} + \theta(m_{j+1} - m_j)$, m_j 是小于 $[j-1]n/k-1$ 的最大整数, $\theta = (j-1)n/(k-1) - m_j$

这样就可以保证在不同的时间区域内有相同的债券数量。

表2列出了几种不同估计方法的估计结果。

三种估计结果的显著性水平以及拟合程度没有太大差异。模型的优劣必须根据它们的估计误差进行判断。假设估计价格为 \hat{P} , 真实价格为 P , 则 $\Sigma(P - \hat{P})^2$ 就可以表示估计价格和真实价格之间的差异程度。 $\Sigma(P - \hat{P})^2$ 越小, 表明估计价格和真实价格之间的差距越小, 说明估计结果越精确。三种估计方法的估计误差分别为9.80、2.02和34.24。显然, 联合估计的估计误差要明显小于单独估计, 其中联合估计方法2的估计误差最小。

在不同估计方法所形成的公司债券预期价格中, 联合方法2的公司预期价格曲线同真实价格曲线几乎完全重

表2 公司债券违约风险溢酬参数估计(2002-09-13)

| 参数估计 | 联合估计1 | 联合估计2 | 单独估计 |
|------------|------------|------------|------------|
| | k=4, k'=3 | k=4, k'=4 | k=4 |
| α_1 | -0.0177*** | -0.0177*** | -0.0233*** |
| α_2 | -0.0297*** | -0.0297*** | -0.0397*** |
| α_3 | -0.007*** | -0.007*** | -0.0130*** |
| α_4 | -0.0494*** | -0.0494*** | -0.0586*** |
| b_1 | -0.0140*** | -0.0071*** | |
| b_2 | 0.0022*** | -0.0101*** | |
| b_3 | -0.0315*** | 0.0179*** | |
| b_4 | | -0.0698*** | |
| R^2 | 95% | 99% | 98% |

注: ***表示显著性水平为1%。

图1 公司债券收益率期限结构(2002-09-13)

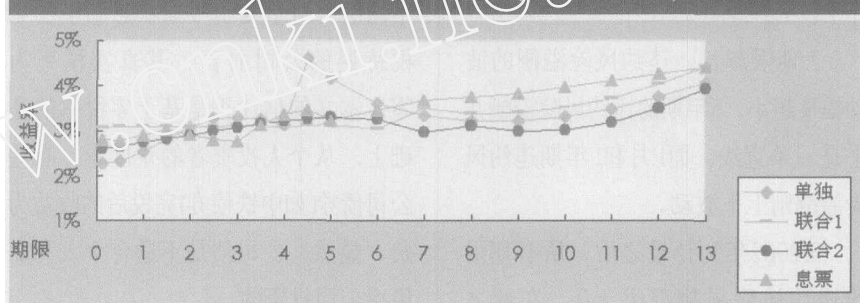
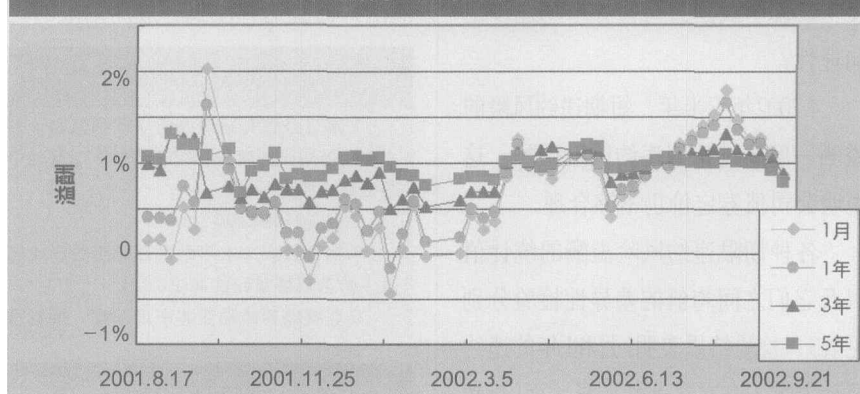


图2 中国公司债券违约风险溢酬估计



合, 而单独估计方法则存在比较大的差异(图略)。图1列出了不同估计方法的公司债券收益率期限结构, 从中也可以明显地看出, 单独估计和其他三种估计方法存在比较显著的差异⁶。

公司债券违约风险

溢酬变动特征分析

由于联合估计方法2可以取得比较

好的估计效果, 因此本文采取这种估计方法对我国公司债券2001年8月24日至2002年9月13日的公司违约风险溢酬进行了估计。图2列出了期限分别为1个月、1年、3年、5年的违约风险溢酬。因为我国期限超过5年的债券数量很少, 因此估计可能存在比较大的误差, 所以在分析过程中将它们剔除。

从图2可以看出我国公司债券违约

表3 各种期限违约风险溢酬统计描述

| 期限 | 均值 | 标准差 | T检验值 |
|----|-------|-------|----------|
| 1月 | 0.65% | 0.54% | 8.61*** |
| 1年 | 0.72% | 0.42% | 12.23*** |
| 3年 | 0.90% | 0.23% | 28.52*** |
| 5年 | 0.98% | 0.13% | 55.84*** |

注: ***表示显著性水平为1%。

风险溢酬变化的一些特征:

1. 违约风险溢酬一般随着期限的延长而增加。图中5年期的违约风险溢酬曲线大部分在3年期违约风险溢酬之上, 3年期违约风险溢酬曲线则在1月和1年之上。1月和1年的违约风险溢酬几乎没有区别。

2. 期限越长, 违约风险溢酬的波动幅度越小。5年期的违约风险溢酬几乎是一条直线, 而1月和1年期违约风险溢酬则上下波动。

3. 2002年3月5日之后, 所有期限的违约风险溢酬都大于0。在此之前, 则有违约风险溢酬小于0的现象发生, 说明我国公司债券市场逐步走向理性。

4. 2002年下半年, 短期违约风险溢酬一度高过长期违约风险溢酬。这说明公司债券定价仍不够合理。

各种期限违约风险溢酬的统计值以及它们之间均值的差异性检验分别见表3。检验结果表明1月和1年的违约风险溢酬不存在显著性差异, 而1年和3年、3年和5年之间的违约风险溢酬的差异是显著的。

结论

根据上面的分析, 我们可以得出有关我国违约风险溢酬的一些基本结论:

1. 在对公司债券收益率进行估计时, 联合估计的误差要大大小于单独

估计。

2. 根据我国的现行税制, 国债利息收入是免税的, 而公司债券的利息收入个人要交纳20%的所得税, 公司则并入其他所得一并交纳公司所得税。这样, 不同的公司其税收待遇是不同的。对于处于亏损状态和享受免税待遇的公司而言, 其真实税率为零。本文的估计正是基于零税率的基础上。从个人投资者的角度看, 有些公司债券(如中铁债券)完税后的收益为负。显然, 公司债是不适合个人和高税率公司投资的。

3. 我国存在比较明显的违约风险溢酬, 而且这种溢酬一般随期限的延

长而不断上升。

4. 2002年下半年, 出现了短期违约风险溢酬在一段时间内连续超过长期违约风险溢酬的现象。这表明我国公司债券市场仍然存在一些不合理的因素。

5. 本文的研究对于可转债、有违约风险的债券类资产、互换的正确定价具有重大意义, 对于公司债券投资者的套利和风险管理及公司债券发行者的融资决策, 也有重要的指导作用。

当然, 由于我国债券市场刚刚起步, 发展的时间很短, 而且品种很少, 公司债券全部为AAA级公司。时间区间的狭窄以及样本种类、样本数量的稀少在一定程度上限制了本文结论的一般适用性。而且本文使用的样条函数也相对比较简单, 可以考虑使用更为复杂的B样条函数。这些都是今后进一步研究的方向。 ■

注释

1. 本文是教育部优秀青年教师资助计划“中国信用风险度量和控制模型”项目的中期研究成果之一。
2. 参见Hull(2001)。
3. 对估计利率水平的贴现函数的详细描述, 参见郑振龙和林海(2002)。
4. 在美国等成熟资本市场国家, 债券市

场的发展一般远远超过股票市场。

5. 贴现函数和债券价格之间关系的详细推导参见郑振龙和林海(2002)。

6. 图1中的“息票”表示息票剥离法(BOOTSTRAP METHOD), 具体计算方法参见郑振龙和林海(2002)。

参考文献

1. Carty L.V., and D. Lieberman, 1996, "Corporate Bond Defaults and Default Rates, 1983-1995", Global Credit Research.
2. Houweling P., J. Hoek, and F. Kleibergen, 2001, "The Joint Estimation of Term Structure and Term Spread", Journal of Empirical Finance, vol.8, 297-323.
3. Hull J. and A. White, 1995, "The Impact of Default Risk on the Prices of Options and Other Derivative Securities", Journal of Banking and Finance, vol.19, 299-322.
4. Hull J., 2000, Options, Futures, and Other Derivatives (forth edition), Prentice Hall.
5. Jarrow R.A. and S.M. Turnbull, 1995, "Pricing Derivatives on Financial Securities Subject to Credit Risk", Journal of Finance, vol.50, 53-85.
6. 郑振龙、林海: 《中国市场利率期限结构的静态估计》, 中国青年学者论坛入选论文, 2002年。(部分参考文献略)