

中国可转债市场效率的随机占优检验

*Empirical Test of Chinese Convertible Bonds Market Efficiency: A
Stochastic Dominance Approach*

郑振龙 康朝锋

(厦门大学金融系, 361005)

内容提要：如果一种投资对另外一种投资是一阶随机占优的，那么说明市场上存在进行无风险套利的可能，在价格有效的证券市场上,这种可能性是不存在的。论文通过对民生转债和民生银行股票的分析，发现民生转债对民生银行是一阶随机占优的，这一方面是中国证券市场无效率的证据，另一方面对投资者来说是一个很好的套利机会。

关键词：可转换债券；无风险套利；随机占优；市场效率

中图分类号：F830.9；F830.91 文献标识码：A

Abstract : First-order stochastic dominance (FSD) implies a riskless arbitrage opportunity. The opportunity can't exist in an efficient market. The paper studies the relationship between the price of convertible bond and underlying stock in the Chinese securities market, and the results show that one convertible bond is FSD to its underlying stock, and it provides an evidence that the Chinese security market is inefficient.

Keywords: convertible bonds; riskless arbitrage; stochastic dominance; Market efficiency

First Draft

Comments are welcome

June 10, 2003

一、引言

可转换债券近年来在我国发展迅猛，前景十分广阔。相比之下，国内理论界关于可转债的研究还处于起步阶段，例如我国学者对于股票市场的有效性做了很多研究，但对可转换债券市场的有效性的研究尚不多见。本文的目的就是针对我国可转换债券市场的有效性作一些初步的探讨。

一种常用检验市场效率的方法是比较市场价格和根据理论模型（例如郑振龙、林海（2003））计算的理论价格之间的差别。如果存在定价误差，可以通过动态保值策略获得无风险的利润（Chiras等，1978；Klemkosky等，1979，1980；Trippi，1977），则说明市场无效。还有一种是“纯套利检验”，即利用可转换债券价格与同一公司之间股票价格的关系，研究市场价格是否存在无风险套利机会。

第一种检验方法的问题是它检验的是一个联合假设：所使用的期权定价模型是正确的而且市场是有效率的，因此如果发现了与有效市场不一致的证据，这有可能是市场缺乏效率，也有可能是所使用的期权定价模型存在缺陷，或者两种情况同时存在。这对结论的有效性产生了很大的影响。而“纯套利检验”在这方面具有一定的优势，因为它所需的假设条件很少，一般只要求投资者是对金钱的态度是多多益善的、永不满足即可。

本文将使用的随机占优检验（Whitmore和Findlay，1978；Larsen和Resnick，1999）和“套利检验”的思想基本一致，所涉及的假设很少，而且接近现实。文章的第二部分对随机占优检验做了一个简单的介绍，第三部分运用市场数据进行检验，最后一部分是结论。

二、随机占优

随机占优为风险资产选择提供了一个简单的工具（Whitmore和Findlay，1978）。我们用一个简单的例子解释随机占优关系：假设投资者想在两个风险资产X和Y之间做一个选择，如果在未来任何情况下X的收益总是超过Y的收益，只要投资者是永远不会满足的，那么投资者不会持有Y，因为持有X得到的回报一定会更好。因此，运用这种方法，不需要对投资者的效用函数、投资者需要规避的风险因子以及风险资产收益的分布做任何假设，我们就可以对风险资产进行排序。

上述例子仅仅是一阶随机占优（first-order stochastic dominance, FSD）的一个特例。更一般地，如果对任意x，资产Y的收益小于或等于x的概率大于资产X，那么资产X对资产Y是一阶随机占优的。只要投资者的目标是效用最大化，而且永远不会满足，那么投资者就不会选择Y。

随机占优关系主要有三种：一阶随机占优（FSD）；二阶随机占优（SSD）和三阶随机占优（TSD）。随机占优的严格定义是：假设X和Y的收益的累积概率密度函数（CDF）分别为 F_1 和 G_1 ，X对Y是一阶随机占优的，当且仅当对任意的x有

$$F_1(x) \leq G_1(x) \quad (1)$$

因此如果X的收益的概率密度函数在Y的收益的概率密度函数的右边，那么X对Y是一阶随机占优的。一阶随机占优的条件很强，因此有了二阶随机占优和三阶随机占优。定义 F_2 和 G_2 分别为 F_1 和 G_1 与横轴以及 $x=a$ （a为任意实数）所围区域的面积，那么X对Y是二阶随机占优的，当且仅当对任意的x有

$$F_2(x) \leq G_2(x) \quad (2)$$

二阶随机占优允许 X 和 Y 的收益的累积概率密度函数有交叉的可能。最后，定义 F_3 和 G_3 分别为 F_2 和 G_2 与横轴以及 $x = a$ (a 为任意实数) 所围区域的面积， u_X 和 u_Y 分别为 X 和 Y 的期望收益。那么 X 对 Y 是三阶随机占优的，当且仅当对任意的 x 有

$$u_X > u_Y, F_3(x) \leq G_3(x) \quad (3)$$

三种占优关系之间的联系是

$$FSD \subseteq SSD \subseteq TSD \quad (4)$$

因此我们证明了一阶随机占优，就说明存在二阶和三阶的随机占优。

随机占优的成立只需对投资者的效用函数做以下假设：一阶随机占优要求投资者的目标是效用最大化，而且永远不会满足；二阶随机占优要求投资者不但是不会满足的，而且是风险厌恶的；三阶随机占优要求投资者不但是不会满足和风险厌恶的，而且绝对风险厌恶系数是递减的。

如果存在随机占优，投资者持有占优资产预期效用总是更高的，因此理性投资者不会持有不占优的资产。另外，从直观意义上看，如果资产 X 对资产 Y 是一阶随机占优的，那说明无论在什么情况下，资产 X 的收益都不低于资产 Y 的收益，此时会有无风险的套利机会存在，即卖空资产 Y 买入资产 X 就可以获得无风险的收益。

三、可转债投资对股票投资的随机占优检验

本文将通过检验民生转债对民生银行的股票是否具备随机占优关系来考察中国可转债市场的效率。样本为自民生转债上市以来一段时间 (2003, 3/18—2003, 6/9) 民生银行的股票日收盘价和民生转债日收盘价。其间 4 月 14 日民生转债的转股价发生了一次调整，从原来的 10.11 元调为 7.73 元。

检验方法：对应民生银行和民生转债的同日的收盘价随机抽取一个民生转债进入转股期后的民生银行的股票价格，求出投资于股票的收益率和投资于转债的转股收益率，因为投资转债的收益率不低于转股收益率，所以如果转股收益率对股票收益率是随机占优的，那么可以说转债收益率对股票收益率时随机占优的 (随机占优检验的具体方法见附录)。设股票现在的价格时 S_t ，分三种情况：

1. 如果股票价格下跌，那么用 $RAND() \times S_t$ 在 EXCEL 中随机产生一个值域为 $(0, S_t)$ 的 S_T 。
2. 如果股票价格持平，那么 $S_T = S_t$ 。
3. 如果股票价格上涨，那么用 $RAND() \times 100 + S_t$ 随机产生一个值域为 $(S_t, 100 + S_t)$ 的 S_T 。

在每次抽取中，我们假设 $T - t$ 是固定的，这样计算出来的收益率具有可比性。因为我们的样本期内有 53 个交易日，对应于每个交易日我们都随机抽取了 53 个进入转股期后的股票价格，同时使它们与样本期内的每一个交易日匹配。

设 t 时刻可转债的价格为 P_t ，转股价格为 X ； T 时刻股票价格为 S_T ，可转债的价格为 P_T ；那么股票收益率的计算公式为 $\ln(S_T / S_t)$ ，转股收益率的计算公式为

$$\ln \left[\left(\frac{100}{X} S_T \right) / P_t \right]。$$

检验结果如下：

图1 股价下降时的随机占优检验

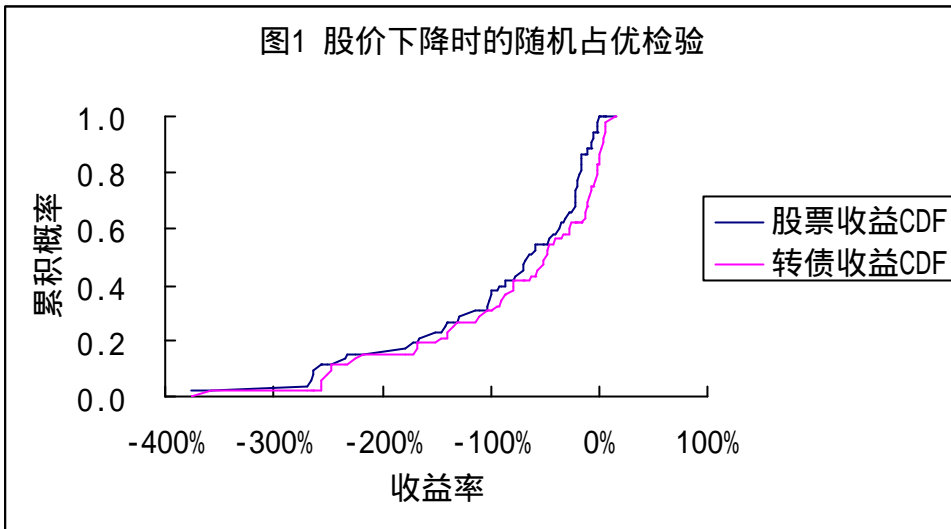
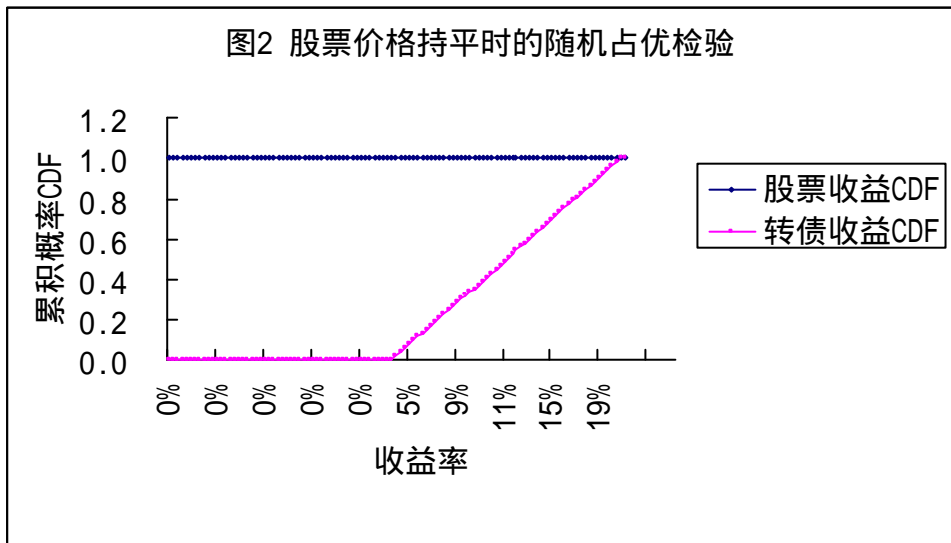
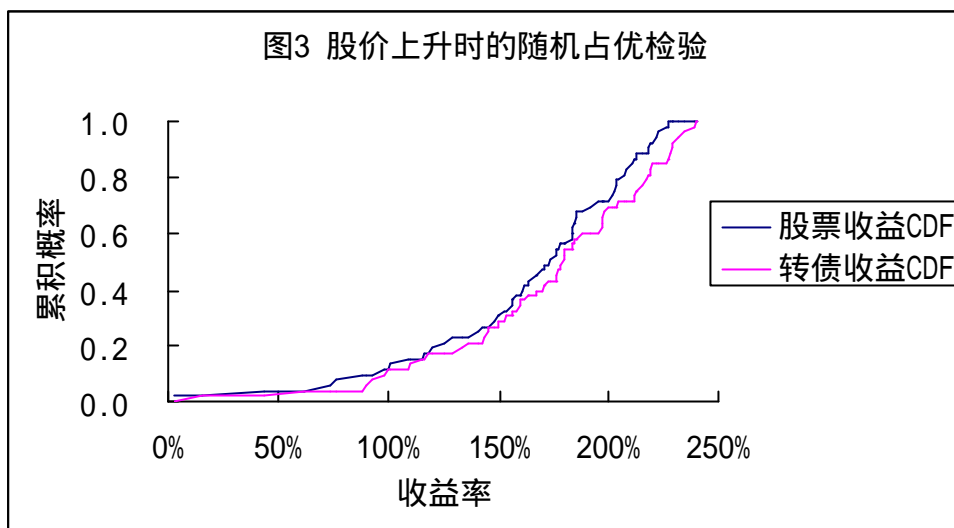


图2 股票价格持平时的随机占优检验





从图中可以看出，无论股票价格上涨、持平还是下跌，转股收益率的累积概率密度曲线都在股票收益率累积概率密度曲线的下方，这说明转股收益率对股票收益率是一阶随机占优的，即转债投资对股票投资是一阶随机占优的。上述结果只是直观的结果，但数据分析表明对于同样的收益率，(转股收益率的 CDF - 股票收益率的 CDF) > 0，说明上述结论是正确的，限于篇幅，结果不在此列出。

四、结论与投资建议

我们的分析发现民生转债对民生银行的股票是一阶随机占优的，即市场上存在无风险套利的机会，这说明中国可转债市场的价格效率不高。如果中国可转债市场的投资者的目标是永不满足的，那么他们不会持有民生银行的股票，可是现实是仍然有大量的投资者持有民生银行的股票，产生这种情况的原因可能主要是投资者对可转债还不了解，未充分挖掘可转债的投资价值，使得民生转债的价值被低估。

从另外一个角度看，市场上存在一阶随机占优对投资者来说是一个很好的套利机会，因为：

1. 如果市场允许卖空，投资者可以通过卖出民生银行的股票，以所得收入买入民生转债就可以获得无风险的收益。以 2003 年 6 月 9 日为例，民生银行的收盘价为 10.64，民生转债的收盘价为 129.35，转股价为 7.73。假设我们按收盘价卖空 12.157 股民生银行，并将收入 129.35 元买入 100 元面值的民生可转债。注意在初始套利阶段，我们没有投资 1 分钱。8 月 27 日（民生转债进入转股期的第 1 天），无论股价等于多少，我们都可把可转债转换成 12.936 股 (=100/7.73)，其中 12.157 股平掉股票空仓，剩余 0.78 股按市价卖掉就是套利利润。事实上，可转债价值一定大于等于转股价，因此我们到时不必转股，而按更高的市价卖掉，这样可获更多的套利理论。在整个套利过程中，套利完全没有亏损风险。

2. 如果市场不允许卖空，例如中国的市场，投资者仍然可以利用一阶随机占优来改善自己的投资收益：

- (1) 如果投资者有民生银行的股票，那么投资者可以卖出持有的民生银行股票，以所得收入买入民生转债，那么根据随机占优的定义，此时投资者的收益率会增加，而投资者的风险却没有增加（可转债可以看成是公司价值的衍生产品，所以可转债和公司股票的风险源是相同的）。需要注意的是，这样操作会使投资者收益率增加并不等于投资者的回报一定

是正确的，随机占优只保证转债投资的收益率高于股票投资，但没有保证收益率一定是正的。

(2) 如果投资者没有民生银行的股票，但拥有银行类的股票，同样可以卖出该股票，然后以所得买入民生转债，因为银行类的股票之间相关性比较强，所以这样做也可以改善投资收益，而且所卖出股票与民生银行的相关性越高，投资效果就越接近前一种操作。

(3) 推而广之，如果中国的可转债都随机占优于各自的标的股票，那么投资者可以卖掉相关板块的股票组合，再买入可转债组合，这样也可以大大提高收益率。当可转债数量足够多、板块分布较均匀时，投资者将手中所有股票组合换成可转债组合也可以在风险不变情况下提高收益率。

当然，如果要形成一个比较系统的投资策略，需要确定可转债投资对股票投资的随机占优边界 (Claude 和 Pistré, 1998; Constantinides 和 Perrakis, 2002)，这是一个很有吸引力的研究方向。

附录：随机占优检验

样本由固定数量的观测值组成，因此概率分布函数用离散的观测值来定义。如果资产 X 的收益有 K_1 个观测值 $X = \{x_i, i=1,2,\dots,K_1\}$ ，定义排序后的样本的频率函数为

$$f(x_i) = \begin{cases} 1/K_1, & \text{如果 } x_i \in X \\ 0, & \text{如果 } x_i \notin X \end{cases}$$

资产 Y 的收益有 K_2 个观测值 $X = \{x_i, i=1,2,\dots,K_2\}$ ，其排序后的样本的频率函数 $g(x_i)$ 也可以作类似的定义。令 $N = K_1 + K_2$ ，那么

1. X 对 Y 是一阶随机占优的，当且仅当对任意的 $n \leq N$ ，有 $F_1(x_n) \leq G_1(x_n)$ ，而且至少存在一个 n 使得不等号成立，其中

$$F_1(x_n) = \sum_{i=1}^n f(x_i)$$

$G_1(x_n)$ 的定义类似。

2. X 对 Y 是二阶随机占优的，当且仅当对任意的 $n \leq N$ ，有 $F_2(x_n) \leq G_2(x_n)$ ，而且至少存在一个 n 使得不等号成立，其中

$$F_2(x_n) = \sum_{i=2}^n F_1(x_{i-1})(x_i - x_{i-1}), \quad F_2(x_1) = 0$$

$G_2(x_n)$ 的定义类似。

3. X 对 Y 是三阶随机占优的，当且仅当对任意的 $n \leq N$ ，有 $F_3(x_n) \leq G_3(x_n)$ ，而且至少存在一个 n 使得不等号成立，其中

$$F_3(x_n) = 1/2 \sum_{i=2}^n [F_2(x_i) + F_2(x_{i-1})][x_i - x_{i-1}], \quad F_3(x_1) = 0$$

$G_3(x_n)$ 的定义类似。

参考文献：

Chiras Donald and Manaster Steven , 1978 , “ The information content of option prices and a test of market efficiency ” , Journal of Financial Economics, vol.6 , 213-234.

Claude Henin and Nathalie Pistre , 1998 , “ Stochastic dominance arguments and the bounding of the generalized concave option price ” , The Journal of Futures Markets , Vol. 18 , 6 , 629-670

Constantinides George M. and Stylianos Perrakis , 2002 , “ Stochastic dominance bounds on derivatives prices in a multiperiod economy with proportional transaction costs ” , Journal of Economic Dynamics & Control , 26 , 1323 - 1352

Klemkosky Robert C. and Resnick Bruce G. , 1979 , “ Put-Call parity and market efficiency ” , Journal of Finance , December , 1141-1155.

Klemkosky Robert C. and Resnick Bruce G. , 1980 , “ An Ex Ante analysis of Put-Call parity ” , Journal of Financial Economics , 8 , 363-378.

Larsen Glen A., JR. and Bruce G. Resnick , 1999 , “ A Performance Comparison Between Cross-Sectional Stochastic Dominance and Traditional Event Study Methodologies ” , Review of Quantitative Finance and Accounting, 12 , 103-112

Trippi Robert. , 1977 , “ A test of option market efficiency using a random-walk valuation model ” Journal of Economics and Business , 29 , 93-98.

Whitmore G. A. and M. C. Findlay , 1978 , Stochastic Dominance , Lexington MA: Lexington Books.

郑振龙、林海 , 2003 , “ 中国可转换债券定价研究 ” , 厦门大学 Working Paper, <http://efinance.nease.net>.