

中国国债期货的市场有效性研究

王晋忠 胡晓帆*

摘要: 本文针对我国建立不久的国债期货市场,运用无套利均衡分析方法建立期货和现货市场的均衡模型,并使用市场交易数据来分析其市场有效性。实证结果显示,国债期货价格大部分时间处于偏离无套利区间的状态,偏离值大多处于区间 $[-1,1]$ 之间,回到均衡速度值多数时大于1,在交易期间存在着较多的套利机会。引入国债ETF(交易型开放式指数基金)作为国债现货并使用高频数据的实证结果验证了上述结论。综合来说,期货市场与现货市场并不均衡,期货市场的效率还有待提升。

关键词: 国债期货;市场有效性;无套利均衡分析

一、引言及文献综述

国债期货市场是多层次资本市场建设的重要组成部分,具有价格发现和风险管理两大基本功能。早在1992年底,我国就开展过国债期货的试点,但因为当时国债市场不完善、国债交易量较小、风险监管落后以及利率非市场化等原因,国债期货市场于1995年5月被迫关闭。时至今日,市场条件已大为改善,截至2013年末,我国可流通国债余额大约为8万多亿元,约占国内生产总值(GDP)的15.24%,完全能够支撑国债期货的平稳运行^①。在价格方面,除了银行存款利率的上限外,货币市场、债券市场和银行贷款的市场化都已经完成。经过多年的发展,我国的市场机制逐渐成熟,监管效率得到显著提高。市场条件的完善为国债期货市场的建立奠定了良好的基础。但是,国债期货市场经济功能的发挥还受到诸多因素的影响,例如交易机制、流动性和参与者的成熟度等,那么,重新建立的国债期货市场是否有效地发挥了市场功能呢?这需要我们根据国债期货市场运行的实际状况进行检验。

国债期货的市场有效性分为信息有效性和资源配置有效性,前者检验市场对信息反应的效率,后者结合国债现货市场检验市场资源配置的效率,考察的是国债期货市场与现货市场的均衡关系。

国内以往对于市场有效性的界定大多是基于有效市场假说(EMH),检验市场对信息反应的有效性,即信息有效性。相应的实证检验方法主要有随机游走检验法、CAPM模型法和GARCH模型法等。研究的对象早期大多是股票市场,例如俞乔(1994)、宋颂兴和金伟根

*王晋忠,西南财经大学金融学院,邮政编码:611130,电子信箱:jzwang@swufe.edu.cn;胡晓帆,九江银行金融市场部,邮政编码:332000,电子信箱:517579056@qq.com。

感谢匿名审稿人提出的宝贵建议,当然,文责自负。

①数据来源:中国债券信息网(<http://www.chinabond.com>)。

(1995)、吴世农和吴超鹏(2003)、张兵和李晓明(2003)、鲁臻和邹恒甫(2007)等相继考察过股票市场信息有效性的问题,其检验结果都显示我国股市的信息有效性有待提高。其次是国债市场,但为数不多,如陈军泽和杨柳勇(2000)、李贤平等(2000)、汤亮(2005)等。而随着我国资本市场多层次建设的推进,人们开始对衍生品市场加以关注,前期主要以发达国家成熟的期货市场为研究对象,探讨其信息有效性,如蒋舒和吴冲锋(2007);近期则主要针对我国新推出的品种如黄金期货、股指期货、国债期货和指数期权等作为研究对象,运用协整理论和 GARCH 模型,探讨其信息有效性,如杨波(2015)、张雪莹和龙腾飞(2015)、孙桂平(2015)。

但事实上,信息有效性只是运用统计学方法讨论了信息和市场价格之间的关系,并没有揭示市场价格变动更深层次的机制和原理,而这需要引入资本市场有效性研究的另一角度——资源配置有效性。早在 20 世纪 60 年代中期,萨缪尔森(Samuelson,1965)就已经区分了市场的信息有效性和资源配置有效性。他认为,对于证券市场而言,资源配置有效性包含了两个方面,一方面是指通过一级市场即发行市场,使得资金根据投资回报率流向优质产业,从而促进产业结构的调整和优化;另一方面是指通过二级市场即交易市场,使得资金根据价格信号引导上市公司资源的重新配置。比弗(Beaver,1981)曾指出,市场信息有效性并不包含社会需求性的含义,而只是讨论了信息和市场价格之间的关系,难以推断出其市场信息有效性越大,间接的资源配置效率就会更高。这些文献所定义的资源配置有效性虽然针对的是证券市场,讨论的是股市和上市公司之间的均衡和联系,但可以引申到国债期货市场。与之类似,由于国债期货是以国债为标的的金融期货合约,其交易价格、交易方式与交易机制等决定了它与国债现货市场紧密相连,现货市场与期货市场的均衡程度决定着价格信号的质量,影响着资源配置效率,反映出市场的有效性水平,因而更值得关注和研究。

总结外国国债期货市场有效性的研究文献发现,在对资源配置有效性的探讨和研究中,主要研究方法是运用无套利均衡分析方法,通过建立期货市场和现货市场的均衡模型,得到期货的均衡价格,当期货价格显著偏离均衡价格时,期货市场就是缺乏效率的,如 Jr. Rendleman 和 Carabini(1979)、Elton 等(1984)。

但是,以上研究都是基于国库券期货市场,其期货均衡价格较易得到,而长期国债期货由于交割债券不确定、交割时间不确定、交割债券的息票利率不一致,导致其定价十分困难(Kolb et al.,1982)。Hull(2011)运用无套利均衡定价,认为在不考虑交易成本和市场摩擦的情况下,长期国债期货市场价格是现货价格以无风险利率在未来获得收益的价格。但这显然不符合实际,而 Kamara(1990)在研究期货市场有效性时,考虑交割的不确定性,运用交割转换期权定价模型,发现交割不确定性对期货市场的有效性有显著影响。然而我国国债期货市场并非采取滚动交割,因而并不存在交割不确定性。而 Hemler(1990)则结合长期国债期货定价模型和转换期权定价公式,专门研究了美国芝加哥商品交易所(CBOT)长期国债期货合约中的交割债券转换期权,发现该期权的价值并不太大,对于可以将交割前三个月持有的最便宜交割债券转换为交割时的最便宜交割债券的期权,其平均价值少于面值的 0.30%。但 Hemler 研究的是美国市场,虽然具有一定的参考意义,但并不完全符合我国的国债期货市场现状。

综上所述,现阶段关于中国国债期货市场有效性的研究存在缺失。本文旨在针对我国建立不久的国债期货市场,运用无套利均衡分析方法,通过市场数据实证分析其期现市场的

均衡情况,从而验证其市场有效性。本文创新之处在于:(1)不同于以往从信息有效性的角度研究市场有效性,本文是从期现市场均衡即资源配置有效性的角度,对我国国债期货市场的资源配置有效性进行实证检验。(2)通过无套利思想建立了期货市场和现货市场的均衡模型,考虑了交割债券转换期权,同时将交易费用、保证金持有成本、税收等因素纳入模型,尽可能接近现实,以实证研究国债期货市场的有效性。(3)引入国债交易型开放式指数基金(Exchange Traded Funds,ETF)作为国债现货的替代,使用高频数据模拟了实际交易中可以采用的套利模式,对期现市场的均衡做了进一步的研究。

文章后续内容结构如下:第二部分详细说明了国债期现市场均衡关系,构建了期现市场均衡模型,并对此进行了扩展,得到我国国债期货价格的无套利区间;第三部分利用国债期货交易数据来实证分析国债期货市场的有效性;第四部分进一步讨论了套利的稳定性问题;第五部分总结全文。

二、我国国债期现市场均衡模型

(一)国债期货合约

中国金融期货交易所推出的5年期国债期货合约,合约标的是面值为100万元人民币、票面利率为3%的5年期名义中期国债,可交割债券为合约到期月首日剩余期限为4-7年的记账式附息国债。

(二)基础的期现市场均衡模型

为了获得一个无套利期现市场均衡模型,我们首先假设:(1)资本市场是完美的。特别是没有税收、交易成本和卖空限制。资产是完全可分的。同时市场是完全竞争的,买卖人数众多,买者和卖者都是价格的接受者,资源可自由流动,信息具有完全性。(2)国债期货价格和具有相同标的利率的远期价格是相等的。(3)最便宜交割债券已知,即交割债券转换期权价值为0。

同时,我们定义 T 是国债期货合约的交割日, t 为当前时刻,存在 $t \leq T$, I_t 是交割债券在 t 时刻的利息值, r_t 是在 $[t, T]$ 期间的无风险利率, F_t 是期货的现金价格(cash futures price), S_t 是债券的现金价格(cash bond price)。 C 为持有国债期间每次支付的利息额度,总共支付 k 次,日期为 $t < t_1 < \dots < t_k < T$,对应的再投资收益率为 r_{t_j} 。 CF 是转换因子。

考虑在 t 时刻的两个投资策略。策略1是在现货市场买入国债并在期货市场持有等量的期货空头寸对冲,然后持有到期。对于该策略中的资产组合,有现金流如表1所示:

表1 策略1现金流

t		t_j	T
1.借入资金: $(S_t + I_t)$ 2.购买国债: $-(S_t + I_t)$ 3.以 F_t 卖空国债期货:0		1.收到国债利息: C 2.用利率 r_{t_j} 再投资: $-C$	1.偿还借款: $-(S_t + I_t) \times (1 + r_t \times \frac{T-t}{365})$ 2.国债期货利息收益: $\sum_{j=1}^k C \times (1 + r_{t_j} \times \frac{T-t_j}{365})$ 3.期货平仓,现货卖出: $F_t - F_T + F_T \times CF + I_T$
合计(T)	0	0	$-(S_t + I_t) \times (1 + r_t \times \frac{T-t}{365}) + (F_t - F_T + F_T \times CF + I_T) + \sum_{j=1}^k C \times (1 + r_{t_j} \times \frac{T-t_j}{365})$

根据套利的定义,若 $V(0)=0$ 时,如果 $V(T)$ 大于0则意味着套利存在,可见如果不存在

套利空间, $V(T)$ 一定小于等于 0, 即:

$$V(T) = -(S_t + I_t) \times (1 + r_t \times \frac{T-t}{365}) + \sum_{j=1}^k C \times (1 + r_{t_j} \times \frac{T-t_j}{365}) + (F_t - F_T + F_T \times CF + I_T) \leq 0 \quad (1)$$

于是有国债期货价格上限的计算公式:

$$F_t \leq (S_t + I_t) \times \left(1 + r_t \times \frac{T-t}{365}\right) - \sum_{j=1}^k C \times \left(1 + r_{t_j} \times \frac{T-t_j}{365}\right) + (1 - CF) \times F_T - I_T \quad (2)$$

策略 2 是在现货市场卖出最便宜交割债券 (cheapest-to-deliver, CTD) 并在期货市场持有等量的期货多头寸对冲, 然后持有到期。对于该策略中的资产组合, 有现金流量如表 2 所示:

表 2 策略 2 现金流

T		t_j	T
1. 卖空国债: $(S_t + I_t)$ 2. 短期投资: $-(S_t + I_t)$ 3. 以 F_t 买入国债期货: 0		1. 借入资金: C 2. 支付国债利息: $-C$	1. 短期投资收益: $(S_t + I_t) \times (1 + r_t \times \frac{T-t}{365})$
			2. 支付利息资金本息和: $-\sum_{j=1}^k C \times (1 + r_{t_j} \times \frac{T-t_j}{365})$
			3. 期货平仓, 国债平仓: $-(F_t - F_T + F_T \times CF + I_T)$
合计 (T)	0	0	$(S_t + I_t) \times (1 + r_t \times \frac{T-t}{365}) - \sum_{j=1}^k C \times (1 + r_{t_j} \times \frac{T-t_j}{365}) - (F_t - F_T + F_T \times CF + I_T)$

同理, 如果不存在套利空间, 则有:

$$V(T) = (S_t + I_t) \times (1 + r_t \times \frac{T-t}{365}) - \sum_{j=1}^k C \times (1 + r_{t_j} \times \frac{T-t_j}{365}) - (F_t - F_T + F_T \times CF + I_T) \leq 0 \quad (3)$$

于是有国债期货价格下限的计算公式:

$$F_t \geq (S_t + I_t) \times (1 + r_t \times \frac{T-t}{365}) - \sum_{j=1}^k C \times (1 + r_{t_j} \times \frac{T-t_j}{365}) + (1 - CF) \times F_T - I_T \quad (4)$$

结合 (2) 式和 (4) 式, 可以得到:

$$F_t = (S_t + I_t) \times (1 + r_t \times \frac{T-t}{365}) - \sum_{j=1}^k C \times (1 + r_{t_j} \times \frac{T-t_j}{365}) + (1 - CF) \times F_T - I_T$$

这就是我们基础的期现市场均衡模型, 也是国债期货的定价公式。

(三) 模型的现实性修正

前面假设 (1)-(3) 是一种理想市场状态, 但是现实的资本市场并不完美, 远期和期货价格存在一定差异, 最便宜交割债券也无法提前得知。因此现在我们放宽一些条件, 修正其中的假设, 使其研究的对象尽可能接近实际情况。

首先, 对于假设 (1), 考虑到交易成本等一些费用的存在很可能会增加估计误差, 如交割手续费、交易手续费、保证金占用成本等, 假设成本值为 P , 则期现市场均衡模型转变为一个

无套利区间,为 $[F_t - P, F_t + P]$ 。

其次,考虑期货和远期价格一致的假设。Cox等(1981)认为国债期货价格比相应的远期价格要更低,这意味着我们估计的期货价格会偏高。但在国外的一些实证研究中,如Rendleman和Carabini(1979)、Elton等(1984)等等都发现远期和期货的价格差异是不显著的。由于中国国内市场利率在短期内波动并不剧烈,因此我们在模型中没有考虑这一差异。

最后,考虑交割债券转换期权的价值。事实上,虽然大多数的国债期货合约都不会等到交割,而是在到期前通过对冲交易直接平仓,但仍然因为各种原因有一部分国债期货合约被持有到期并且进行交割。然而正是这些交割行为的存在影响了投资者们对于即将到期的国债期货价格的预期,使得到期国债期货价格收敛于国债现货价格,因此交割制度是影响国债期货市场价格的重要因素。事实上,中证期货等已经使用仿真交易数据,采用Hemler(1990)的三种方法对国内市场的转换期权价值进行过测算,认为在目前情况下,国债期货合约产生的转换期权价值大致浮动在期货价格的0.1%~0.2%之间^①。本文采用这项成果,以其最大值纳入核算,则最终我们得到的无套利区间为 $[F_t \times (1 - 0.2\%) - P, F_t \times (1 + 0.2\%) + P]$ 。

当期货价格落入该无套利区间,则期货与对应的现货之间不存在套利机会,期现市场均衡,期货市场有效。当期货价格突破该区间,则通过观察期货价格突破界限的幅度和回到区间内的速度作为衡量期货市场的指标,偏离均衡的幅度越小,回到均衡的速度越快,市场的有效性越高。

(四)采用国债ETF研究期现市场均衡

根据我国市场现状,可以发现因为流动性等原因,最便宜交割债券(CTD)不一定能够及时地从市场中获得,并且由于债券多在银行间市场交易,因此引入了国债ETF作为国债现货的替代来进一步研究期现市场均衡关系。由于国债ETF与国债期货合约的标的指数相同,并且具有交易费用较低和管理费用较少的优点,因此可以替代CTD作为期现市场均衡中的现货。

考虑国债ETF和国债期货之间的基差 $b_t = S_t - CF \times F_t$ 。其中, S_t 为国债ETF价格, CF 为国债ETF的转换因子, F_t 为国债期货价格。根据到期日两个价格序列趋近收敛的规律,该基差理论值应该为零。但因为交易成本、保证金融资成本和国债ETF折溢价水平等因素的存在,基差在期现市场均衡时处于一个无套利区间,假设所有成本之和为 P ,则基差应处于 $[-P, P]$ 。

因为国债期货和国债ETF皆在交易所内交易,可获得高频数据,因此可以通过程序化交易软件实时监控国债期货合约的价格和现货合约的价格以及计算无套利区间的上下界。

三、实证检验

(一)采用CTD作为国债现货

1.数据选取

2013年9月6日,我国国债期货正式重启,数据选取为2013年9月6日至2015年8月14日的中国金融期货交易所国债期货交易主力合约的每日收盘价。该部分一共473个样本

^①中证期货:“国债期货交割期权的计量——质量期权”,2012年7月20日。<http://www.doc88.com/p-9032094831264.html>。

数据,数据来源于中国金融期货交易所和 wind 数据库。

我国国债现货市场主要分为场内交易市场(交易所国债交易)和场外交易市场(银行间债券市场)。根据统计,国债二级市场交易主要发生在银行间市场,2012 年银行间市场交易量约占国债交易量的 98.7%^①。因此这里我们只关注银行间市场情况。为了便于在国债期货交易过程中跟踪现货市场走势,并有利于实际操作,本文以 13 国债 15(130015,票面利率为 3.46%,计息日是 7 月 11 日,按年付息)为跟踪标的,分析其与期货合约的关系。13 国债 15 是 2013 年 7 月 11 日发行的 7 年期新债(On-The-Run,OTR),市场报价及成交相对活跃。其每日估值数据来源于中国证券登记结算公司。

此外,考虑交易成本和保证金融资成本。银行间债券交易手续费为百万分之 2.5,国债期货的手续费标准为每手不高于 5 元,期货进行实物交割需要向交易所缴纳 5 元/手的交割手续费^②。该合约的最低交易保证金为合约价值的 2%,临近交割期时交易保证金的收取标准为^③:

表 3 交易保证金规定

交易时间段	交易保证金比例 Δ_t
初始保证金	合约价值的 2%
交割月份前一个月中旬的前一交易日结算时起	合约价值的 3%
交割月份前一个月下旬的前一交易日结算时起	合约价值的 5%

由于保证金的额度会随着期货价格变化,还会因为临近交割改变保证金率,因此保证金的计算在不同的时间段是不同的。如表 4 所示,其中 t_0 、 t_1 、 t_2 分别是观察时刻、交割月份前一个月中旬的前一交易日、交割月份前一个月下旬的前一交易日距离交割日的时间段。

表 4 保证金的融资成本计算方法

时间段	计算方法
$t_0 \geq t_1$	$P_s = F_t \times 2\% \times r_t \times \frac{t_0 - t_1}{365} + F_t \times 3\% \times r_t \times \frac{t_1 - t_2}{365} + F_t \times 5\% \times r_t \times \frac{t_2}{365}$
$t_1 < t_0 < t_2$	$P_s = F_t \times 3\% \times r_t \times \frac{t_0 - t_2}{365} + F_t \times 5\% \times r_t \times \frac{t_2}{365}$
$t_2 \geq t_0$	$P_s = F_t \times 5\% \times r_t \times \frac{t_2}{365}$

同时,计算所涉及的利率均采用银行间国债收益率曲线中相应利率。

最后,关于交割债券转换期权,之前说明过这种国债期货合约产生的转换期权价值大致浮动在期货价格的 0.1%~0.2%之间,这里取最大值计算。

2. 实证分析

我们绘制了自 2013 年 9 月 6 日到 2015 年 8 月 14 日的期货价格和相应的无套利区间上

①数据来源:中国债券信息网(<http://www.chinabond.com>)。

②交易所所有权对交割手续费标准进行调整,参见《中国金融期货交易所 5 年期国债期货合约交割细则》第十九条。

③数据来源:《中国金融期货交易所 5 年期国债期货合约交易细则》。

下限的走势,如图1所示。从该图中可以直观地观察到国债期货价格的波动状况。总体来讲,国债期货的价格走势前段波动较大,中段较为平稳,后半段波动较大,总体呈现出价格上涨的趋势,与采用现货国债计算出来的无套利区间上下限的变动趋势大体一致,但仔细观察后可以发现,国债期货价格大多时间在无套利区间内外穿梭,并非完全处于无套利区间中,可见存在短期套利机会。图中2013年12月17日-2013年12月24日数据之间上下限突然拔高,可能是国债现货13国债15报价出现异常,也可能是确实出现了很好的套利机会。2014年6月3日-2014年7月14日数据之间出现较大偏离则主要是因为国债现货13国债15在这段时间付息,以现货价格和应计利息计算的上下限波动更为剧烈,国债期货则反映相对平稳。

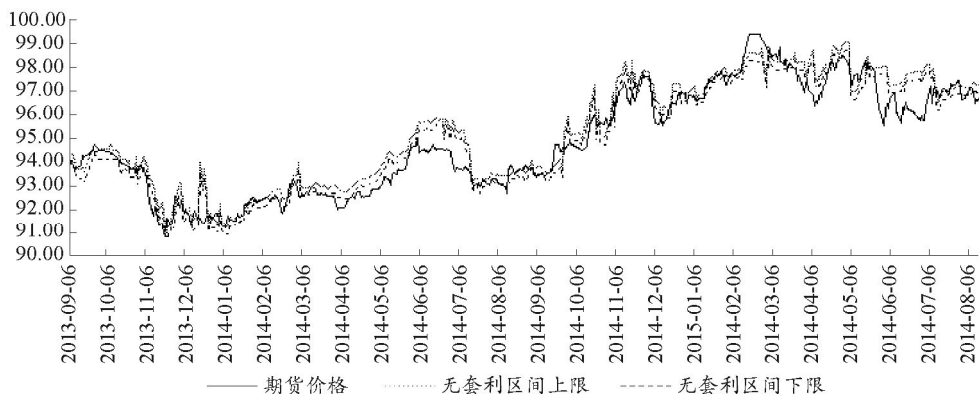


图1 价格走势

为了更具体地了解国债期货价格偏离无套利区间的程度,我们定义了偏离值,该值是指期货价格大于无套利区间上限的部分或小于无套利区间下限的部分,并得到了偏离值的相关数据和绘制了偏离值的条形图(见图2)。设偏离值为 PL_t ,期货价格为 F_t ,无套利区间上下限分别为 U_u 和 U_d ,有: $PL_t = \text{Max}\{F_t - U_u, 0\} + \text{Min}\{F_t - U_d, 0\}$ 。

当 PL_t 大于0时,采用策略1可以获得收益,当 PL_t 小于0时,采用策略2可以获得收益。

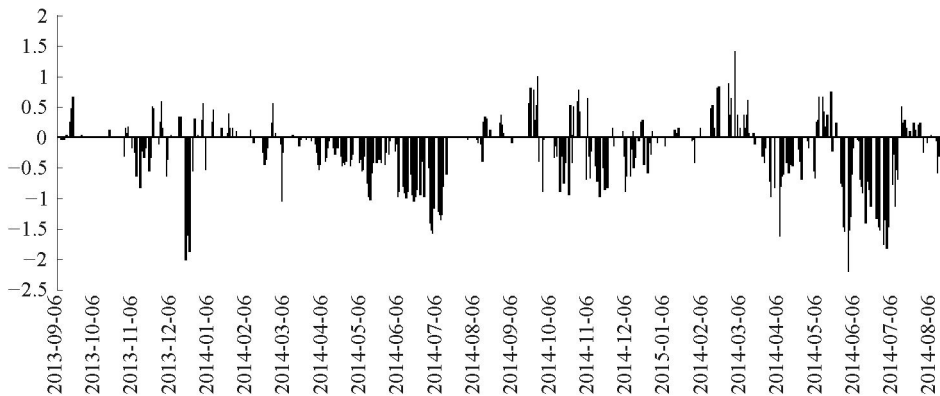


图2 偏离值

在473个样本中,国债期货价格有333天都发生了偏离,突破了以现货国债计算的无套利区间,计算可得偏离度即偏离日所占的比率为70.40%,直观来看至少三日里就有两日国

债期货价格会发生偏离。而根据图 2,观察到在样本期间,偏离值分布并不均匀,且正值负值皆有,可以分别采用策略 1 和策略 2 获得收益。同时,除个别现象,其值大多在区间 $[-1,1]$ 之间。另外,偏离持续时间有短有长。综合来看,国债期货价格并不总是处于无套利区间,很可能存在短期套利机会。

为了更清晰地了解偏离的存续时间,确定套利机会的存在,本文还定义了回归均衡速度值,该值是指突破上下限后回到区间的时间,通过天数来衡量,第一天突破第二天就回到区间内的情况其速度值即为 1,同理可得其他情况下的速度值。可见,当速度值大于 1 时,当天观测到国债期货价格突破无套利区间时,第二天执行策略 1 或策略 2 即可以获得收益,否则,即使观测到国债期货价格突破无套利区间,也无法进行套利。

根据定义,得到回归均衡速度值的相关数据。

如表 5 所示,样本中国债期货价格大部分时间处于偏离无套利区间的状态,一共有 62 次突破无套利区间的上下限并回到区间内,回归均衡速度值从 1 天到 10 天及以上不等,其中值为 1 的情况出现了 21 次,这意味着除了这 21 次,其他 41 次突破无套利区间的情况都可以进行策略 1 或策略 2 套利。具体来看,回归均衡速度值为 2 的情况较多,一共有 12 次,占可套利次数的三分之一左右,可见样本期间内确实存在较多的短期套利机会。

表 5 回归均衡速度值和频数

回归均衡速度值		频数	
	1		21
	2		12
	3		5
	4		3
	5		4
	6		2
	7		2
	8		2
	10		4
	10 以上		7
总计	333(日)	总计	62(次)
偏离度	70.40%	均值	5.37(日/次)

(二)采用国债 ETF 作为国债现货

1.数据选取

目前我国建立的国债期货市场,同时有三个连续季度合约交易,考虑到市场流动性和存续期,本文选取了 2013 年 9 月 6 日-2015 年 8 月 14 日的国债期货交易主力合约与国债 ETF 组合进行匹配套利。本文选取与国债期货联系最为紧密且交易流动性最好的国泰上证 5 年期国债 ETF 作为套利的国债现货的替代。

由于国债期货与国债 ETF 都在交易所内交易,可获得其高频数据,同时由于我国国债期货交易并不大,价格波动幅度较小,因此对于期货和现货都选取了 5 分钟的高频数据。另外,由于国债期货的交易时间与国债 ETF 的交易时间并不一致,还剔除了时间不一致的数据,共得到 22 220 对数据,数据来源于 Wind 数据库。

同时,考虑国债 ETF 是由众多国债组成,与 CTD 价格之间存在基差,在交割时留下

CTD, 将其他债券卖出可以获得一部分收益; 但考虑到 CTD 主要在银行间市场交易, 无法获得价格变动的高频数据, 也就无法获得 CTD 债券与国债 ETF 的基差高频数据序列。因而, 这里将不把这部分收益纳入考虑, 而只研究国债 ETF 直接全部交割的套利机会。

关于转换因子, 由于国泰上证 5 年期国债 ETF 由不同债券加权组成, 因而其转换因子也应是各自债券对应的转换因子加权计算, 表 6 是国债 ETF 的五大债券持仓, ①可以据此计算出国债 ETF 的转换因子为 1.04067。

表 6 国泰上证 5 年期国债 ETF 五大债券持仓和对应的转换因子

序号	债券名称	持仓占比	转换因子
1	13 国债 15	12.53%	1.0261
2	13 国债 20	12.33%	1.0629
3	13 国债 03	9.81%	1.0221
4	13 附息国债 15	9.64%	1.0261
5	14 国债 01	9.46%	1.0651

关于交易成本, 国泰上证 5 年期国债 ETF 的相关费用包含管理费 0.3%/ 年, 托管费 0.1%/ 年; 申购赎回费合计不超过 0.4%; 交易佣金可参照债券的 0.02% 甚至更低水平收取。国债期货交易佣金, 其中中金所收取不超过交易金额的 0.001%, 期货公司收取不超过交易金额的 0.002%, 国债期货的手续费标准为每手不高于 5 元, 期货进行实物交割需要向交易所缴纳 5 元/ 手的交割手续费②。

关于折溢价率, 这里选取合约到期日的国债 ETF 折价率 -0.0044 纳入计算③。

2. 实证检验

首先, 可以绘制出国债期货价格和国债 ETF 价格走势图, 如图 3 所示:

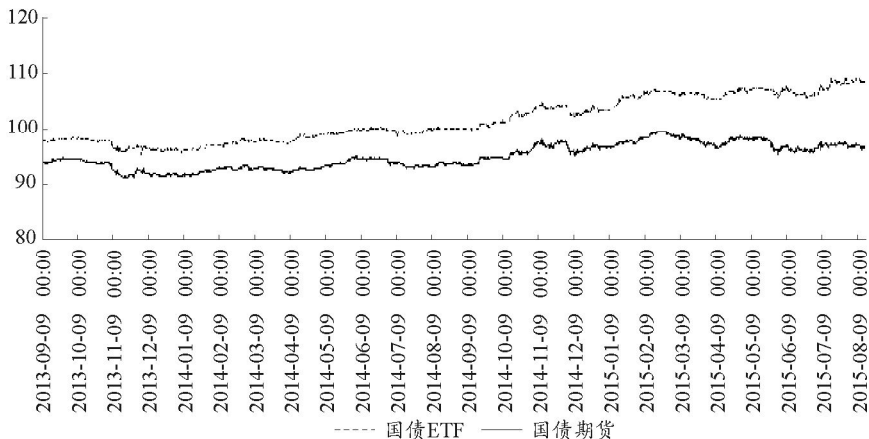


图 3 国债期货价格和国债 ETF 价格走势图

可见, 国债期货合约价格序列与国债 ETF 走势十分相近, 都是前期略平稳, 后期略上扬

①数据来源: 搜狐基金 (<http://q.fund.sohu.com/511010/index.shtml>)。

②交易所所有权对交割手续费标准进行调整。《中国金融期货交易所 5 年期国债期货合约交割细则》第十九条。

③数据来源: Wind 数据库。

的趋势,只在细节处有略微偏离和不一致,说明这两者价格之间具有高度相关性。然而走势图并不能显示出两个价格序列之间具体有怎样的偏离,因而我们还要绘制基差走势图和对应的无套利区间上下界,如图 4 所示。

可见,基差在期货合约初期在零值附近,这可能是由于期货合约初期交易量较大,流动性较好,价格趋向合理。之后基差不断上涨,突破了无套利区间的上限,在上限附近穿插,并在最后一段有较大的偏离。这可能是因为 2015 年 5 月以来,利率波动较大,尤其是股市的大幅震荡,使得大量资金由股市流向债市;在这样的特殊情况下,国债 ETF 和国债期货的价格有较大的偏离。这与第二部分结论类似,说明市场运行期间,存在套利机会,可以采用融券的方式卖空国债 ETF 现货,同时买入国债期货,持有组合到期后,交割完成交易的方式套利。

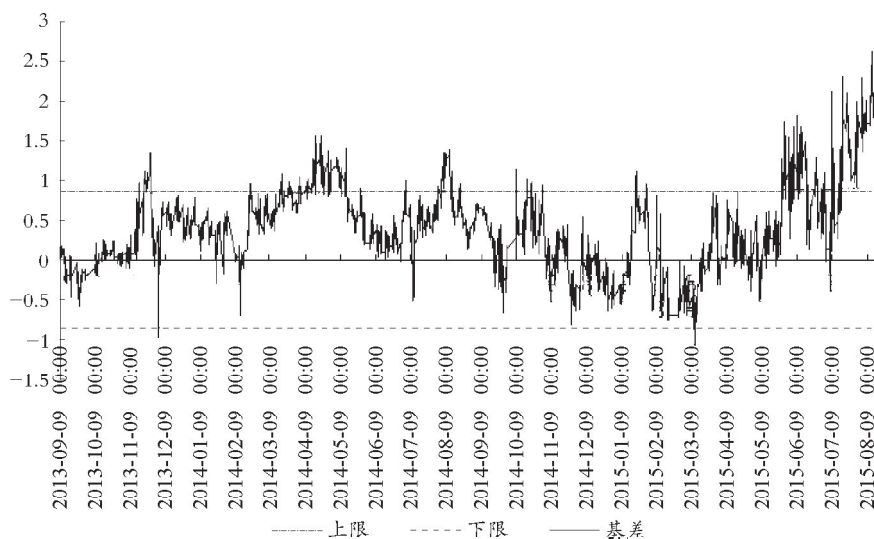


图 4 基差走势图和对应的无套利区间上下界

另外,在一共 22 220 个样本数中,有 3 882 个都发生了偏离,突破了无套利区间,计算可得偏离度 17.47%。而根据图 5,观察到前段出现偏离值较少,后段则较为频繁,且几乎全是正值。偏离持续时间有短有长。综合来看,国债期货价格并不总是处于无套利区间,很可能存在短期套利机会。

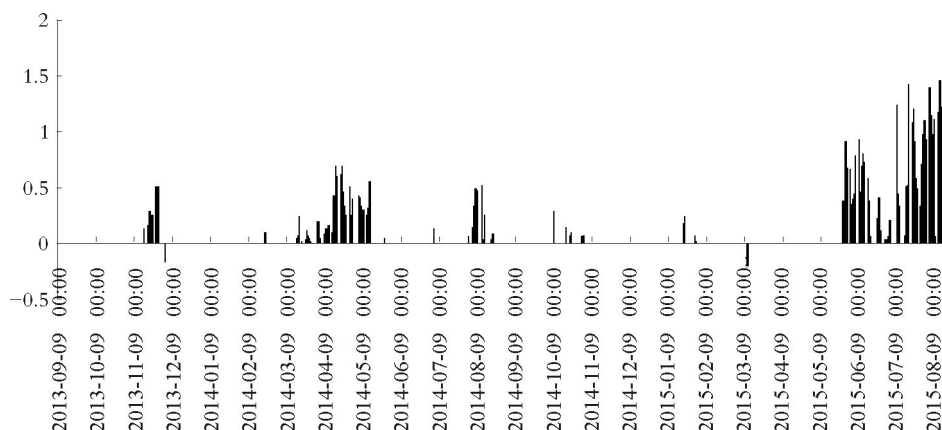


图 5 国债 ETF 偏离值

并且如表 7 所示,样本中一共有 142 次突破无套利区间的上下限并回到区间内,回归均衡速度值大多集中在前 12 即一个小时内,其中值为 1 的情况出现了 47 次。这意味着除了这 47 次,其他 95 次突破无套利区间的情况都可以进行套利。

综上所述,国债期货市场存在短期套利机会。由此可见,国债期货市场与国债现货市场并不均衡,市场有效性有待提升。

表 7 回归均衡速度值和频数(国债 ETF)

回归均衡速度值	频数
1	47
2-12	64
13-24	7
25-36	3
37-48	6
49-60	3
61-72	1
73-84	0
85-96	3
97 以上	8
总计	142

四、国债期货套利交易稳定性分析

为了更深入地探讨市场有效性,本文还将在第三部分的基础上,延展分析国债期货套利交易的稳定性。当市场中套利交易具有稳定性,即套利交易是长期存在的、收益较高的和回归均衡较慢的,则意味着交易者可以在市场中持续地获得较高的无风险收益,该市场有效性缺失;而当市场中套利交易是偶然的、收益较低甚至低于成本和回归均衡较快的,即说明交易者不能通过研究历史数据得到持续的套利收益,市场具有一定的有效性。因此套利交易的稳定性值得探索和研究。考虑到国债 ETF 在实际中更容易操作运用,且具有高频数据,有大量的样本,本文将在第三部分的基础上进一步探讨采用国债 ETF 作为国债现货的套利交易的稳定性。在研究方法方面,本文选择分别以时间维度探讨套利频率,以价格维度探讨套利强度,以其相对值探讨回归均衡的效率,多层次多维度地深入研究套利交易的稳定性。

(一) 套利频率

1. 指标设计及含义

(1) 假设 t_i 是基差第 i 次突破边界的时点, t'_i 是基差第 i 次回到边界的时点, $i = 1, 2, 3, \dots, n$, 则有 $\Delta t_i = t_i - t'_i$ 为基差第 i 次突破边界持续的时间段, 在该时间段内存在套利机会,

$\sum_{i=1}^n \Delta t_i$ 为样本时间 T 内存在套利机会的时间总和, 可得套利频率 f 为: $f = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta t_i}{T} \times 100\%$ 。

(2) 为了更深入地探讨套利时间在样本时间中的分布与变化, 本文还将样本时间 T 按每天分段, 每段分别求取套利频率 f_j , 即有:

$$f_j = \frac{\sum \Delta t}{T_j} \times 100\%$$

其中, Δt 为第 j 段中基差突破边界持续的时间段, $j=1,2,3,\cdots,m$ 。

2. 统计数据及结果

与上文一样,这里采用的是 2013 年 9 月 6 日-2015 年 8 月 14 日的国债期货交易主力合约与国债 ETF 的数据,共 22 220 对。具体指标及统计数据结果如表 8 所示:

表 8 套利频率

指标	n	$\sum_{i=1}^n \Delta t_i$	$u(\Delta t_i)$	$\sigma^2(\Delta t_i)$
数值	142	19095	201	378175.31
指标	T	f	$u(f_j)$	$\sigma^2(f_j)$
数值	111100	17.19%	0.17217	0.12725

实证检验发现,样本中一共有 142 次基差突破无套利区间的上下限并回到区间内,平均每次持续时间为 201 分钟,但方差很大,意味着持续时间长短不一,波动较大,加总之后共有 19 095 分钟,样本总时间为 111 100 分钟,总套利频率为 17.19%;根据天数分段后,共获得 473 个区间套利频率数据,其均值为 0.17217,与总套利频率相差不大,方差为 0.12725。

3. 分析说明

从时间维度来看,平均每次基差突破无套利区间的上下限并回到区间内的持续时间较长,有 201 分钟,即 3.35 个小时,交易者有充足的时间观察、建仓和平仓;同时整个样本时间内,套利频率达到 17.19%,近五分之一,占据了较大比例,而分段后也发现每日套利频率均值与之相差不远,且方差不大,可知套利频率随着时间的变化并没有发生较大的改变。总的来说,我国国债期货与国债 ETF 市场中的套利交易在时间维度上具有一定的稳定性。

(二) 套利强度

1. 指标设计及含义

上文中已经定义了偏离值,该值是指期货价格大于无套利区间上限的部分或小于无套利区间下限的部分,即: $PL_t = \text{Max}\{F_t - U_u, 0\} + \text{Min}\{F_t - U_d, 0\}$ 。偏离值可以很好地反映价格的偏离幅度。

假设 Δt_i 中,最大偏离幅度为 $PL_{t_{\max}} = \text{Max}(PL_t)$, $t \in \Delta t_i$,单边界宽为 $U_m = \frac{U_u - U_d}{2}$,则有套利强度为 $ST_t = \frac{PL_{t_{\max}}}{U_m} \times 100\%$ 。

2. 统计数据及结果

计算可得,在样本区间内,所有偏离值的均值为 0.37811,方差为 0.11987,而套利强度的均值为 0.2453,方差为 0.10036。

3. 分析说明

从价格维度来看,偏离值的均值较高,这意味着基差不仅会突破无套利区间的上下限,而且突破较多,与区间边界有较大的距离。就套利行为而言,交易者可以获得较高的收益。从套利强度也可以验证这一点,套利强度的均值为 0.2453,即套利最大可能收益为单边界宽的 24.53%。总的来说,我国国债期货与国债 ETF 市场中的套利交易在价格维度上也具有一定的稳定性。

(三) 回归均衡的效率

1. 指标设计及含义

定义回归均衡的效率为 $E_i = \frac{PL_{i\max}}{\Delta t_i} \times 100\%$, 即最大偏离幅度比上对应的基差突破边界持续的时间段。

2. 统计数据及结果

计算可得, 在样本区间内, 回归均衡的效率均值为 0.54095%, 方差为 0.39838。

3. 分析说明

从速率维度来看, 回归均衡的效率均值较小, 说明相对而言, 基差突破边界达到一定幅度再回到无套利区间的速度较慢, 套利交易具有一定的稳定性。

综上, 在以国债 ETF 作为国债现货的套利交易的稳定性研究中, 发现一方面平均每次基差突破无套利区间的上下限并回到区间内的持续时间较长, 套利频率较大且随着时间的变化并没有发生较大的改变; 另一方面偏离值的均值较高, 套利强度也较大。同时, 回归均衡的效率均值较小。总的来说, 我国国债期货与国债 ETF 市场中的套利交易具有一定的稳定性。

五、结语

(一) 主要结论

采用 CTD 和国债 ETF 作为国债现货的实证研究均显示, 在交易期间存在着较多的套利机会, 且套利交易具有一定的稳定性。这说明期货市场与现货市场并不均衡, 国债期货市场的有效性还有待提升。

造成这个结果的可能原因是: 虽然国债期货交易市场吸引了众多投资者如私募、期货公司和基金公司等的积极参与, 但是身为国债现券最大交易主体的商业银行却并没有参与进来, 所以交易相对并不活跃, 导致期货市场流动性不足, 期货市场功能就很难真正发挥。这个问题, 在未来商业银行正式参与之后可能会有所改善。并且套利空间的存在, 会吸引投资者们进入国债期货市场, 进行套利交易, 这些交易将会推动市场回到均衡有效。可以想见, 随着市场的发展建设, 人们套利交易的增多, 国债证券市场将愈发成熟。

尽管国债期货存在一定的套利机会, 但是具体的操作仍有一定的专业门槛, 而且期货交易的高杠杆性使得风险相对较大。所以在国债期货推出初期, 建议专业的机构和有金融工程专业背景的人员积极参与, 利用相关技术和程序化交易及时准确地捕捉套利机会, 建立风险控制, 同时尽可能地活跃交易, 使国债期货的总体运行平稳有序; 而普通的公司及无相关经验和知识的个人则最好在初期谨慎入场, 或通过专业的机构及人员进行国债期货投资。

(二) 进一步研究的方向

相较于其他研究, 本文不仅详细构建了国债期货和国债现货的均衡模型, 还引入了国债 ETF, 采用高频数据对期现市场的均衡做了深入的研究。但是, 本文也存在以下的不足: 实证检验国债期货和现货的均衡关系时, 并未考虑到实际操作中遇到的困难; 没有考虑当基差向未预料的方向继续扩大而产生的风险。这些问题可以在以后的研究中进一步探索和完善。

参考文献:

- 1.陈军泽、杨柳勇,2000:《国债市场的降息效应分析》,《浙江大学学报》第3期。
- 2.蒋舒、吴冲锋,2007:《中国期货市场的有效性:过度反应和国内外市场关联的视角》,《金融研究》第2期。
- 3.鲁臻、邹恒甫,2007:《中国股市的惯性与反转效应研究》,《经济研究》第9期。
- 4.李贤平、江明波、刘七生,2000:《国债市场有效性的初步探讨》,《统计研究》第7期。
- 5.宋颂兴、金伟根,1995:《上海股市市场有效实证研究》,《经济学家》第4期。
- 6.孙桂平,2015:《沪深300指数期权仿真交易市场的有效性研究》,《金融与经济》第5期。
- 7.汤亮,2005:《公开信息与国债市场价格的发现过程——基于中国的经验实证分析》,《南开经济研究》第5期。
- 8.吴世农、吴超鹏,2003:《我国股票市场“价格惯性策略”和“盈余惯性策略”的实证研究》,《经济科学》第4期。
- 9.俞乔,1994:《市场有效、周期异常与股价波动——对上海、深圳股票市场的实证分析》,《经济研究》第6期。
- 10.杨波,2015:《后金融危机时期我国黄金期货市场的有效性研究》,云南大学硕士学位论文。
- 11.张兵、李晓明,2003:《中国股票市场的渐进有效性研究》,《经济研究》第1期。
- 12.张雪莹、龙腾飞,2015:《国债期货与现货之间的价格传导及波动溢出效应》,《债券》第6期。
- 13.Beaver, William H. 1981. “Market Efficiency.” *The Accounting Review* 56(1): 23-37.
- 14.Cox, John C., Jonathan E. Ingersoll Jr., and Stephen A. Ross. 1981. “A Re-examination of Traditional Hypotheses about the Term Structure of Interest Rates.” *The Journal of Finance* 36(4): 769-799.
- 15.Elton, E.J., M.J. Gruber, and J. Rentzler. 1984. “Intra-Day Tests of the Efficiency of the Treasury Bill Futures Market.” *Review of Economics and Statistics* 66(1): 129-137.
- 16.Hull, John C. 2011. *Options, Futures, and Other Derivatives*. 8th ed. London: Prentice Hall.
- 17.Hemler, Michael L. 1990. “The Quality Delivery Option in Treasury Bond Futures Contracts.” *The Journal of Finance* 45(5): 1565-1586.
- 18.Jr. Rendleman, Richard J., and Christopher E. Carabini. 1979. “The Efficiency of the Treasury Bill Futures Market.” *The Journal of Finance* 34(4): 895-914.
- 19.Kamara, Avraham. 1990. “Delivery Uncertainty and the Efficiency of Futures Markets.” *The Journal of Financial and Quantitative Analysis* 25(1): 45-64.
- 20.Kolb, R.W., G.D. Gay, and J.V. Jordan. 1982. “Are There Arbitrage Opportunities in Treasury Bond Futures?” *Journal of Futures Markets* 2(3): 217-229.
- 21.Rausser, Gordon C., and Colin Carter. 1983. “Market Efficiency in the Soybean Complex.” *The Review of Economics and Statistics* 65(3): 469-478.
- 22.Samuelson, Paul A. 1965. “Proof that Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly.” *Industrial Management Review* 6(2): 41-49.

Research on the Effectiveness of Chinese Treasury Bond Futures Market

Wang Jinzhong¹ and Hu Xiaofan²

(1: Southwestern University of Finance and Economics; 2: Bank of Jiujiang)

Abstract: In this paper, we employed the no-arbitrage equilibrium analysis to establish the equilibrium model of futures and spot market of China Treasury bond, and used market trade data to analysis the effectiveness of market. Empirical tests found that most of the time, prices of bond futures deviated from the no-arbitrage range, the deviation from equilibrium were in the interval $[-1, 1]$ and the speed of return to equilibrium were more than one day. Empirical results by using Treasury ETF and high-frequency data confirm the above conclusions. To conclude, there are many arbitrage opportunities during the transaction period. In summary, the relationship between futures market and spot market is not balanced and the effectiveness of futures market has yet to be improved.

Keywords: Treasury Bond Futures, Market Efficiency, Arbitrage Equilibrium Analysis

JEL Classification: G10, G14

(责任编辑:彭爽)