

# 现货白银跨市套利交易策略研究

## §1 引言

套利 (arbitrage) 是指同时买进和卖出两张不同种类的期货合约. 交易者买进自认为是“便宜的”合约, 同时卖出那些“高价的”合约. 从两合约价格间的变动关系中获利. 在进行套利时, 交易者注意的是合约之间的相互价格关系, 而不是绝对价格水平.

跨市套利是指在某个市场买入 (或者卖出) 某一交割月份的某种商品合约的同时, 在另一个市场上卖出 (或者买入) 同种商品相应的合约, 以期利用两个市场的价差变动来获利.

跨市套利的三个前提:

1. 期货交割标的物的品质相同或相近;
2. 期货品种在两个期货市场的价格走势具有很强的相关性;
3. 标的物的自由流通.

本文主要探讨利用上海黄金交易所和天津贵金属交易所之间的现货白银延期交收业务进行套利.

## §2 交易制度简介

天津贵金属交易所, 是目前国家唯一批准的做市商模式 (OTC) 的黄金、白银等贵金属交易市场并由交通银行来资金三方托管的合法金融机构, 和上海黄金交易所同一个性质.

做市商制度是指在证券市场上, 由具备一定实力和信誉的证券经营法人作为特许交易商, 不断向公众投资者报出某些特定证券的买卖价格, 双向报价并在该价位上接受公众投资者的买卖要求, 以其自有资金和证券与投资者进行证券交易. 做市商通过这种不断买卖来维持市场的流动性, 满足公众投资者的投资需求. 做市商通过买卖报价的适当差额来补偿所提供服务的成本费用, 并实现一定的利润.

天津贵金属交易是 24 小时交易、即时成交、无涨跌停板、赚取中间差价、做市商机制.

上海黄金交易所是经国务院批准, 由中国人民银行组建, 履行上海黄金交易所《黄金交易所管理办法》规定职能, 遵循公开、公平、公正和诚实信用的原则组织黄金交易, 不以营利为目的, 实行自律性管理的法人.

上海黄金交易所自动撮合系统将买卖申报指令以价格优先、时间优先的原则进行排序. 当买入价大于、等于卖出价则自动撮合成交. 撮合成交价等于买入价 (bp)、卖出价 (sp) 和

前一成交价 (cp) 三者中居中的一个价格. 即:

当  $bp \geq sp \geq cp$ , 最新成交价 =  $sp$

当  $bp \geq cp \geq sp$ , 最新成交价 =  $cp$

当  $cp \geq bp \geq sp$ , 最新成交价 =  $bp$

当日首笔成交中前一成交价 (cp) 为昨日最后收盘价. 当一笔报价已部分成交, 剩余部分继续参加当天交易的撮合排序.

### §3 天通银与白银现货延期交收业务

天通银 (TAG) 是指天津贵金属交易所设立的白银延期交收交易, 按即时价格买卖银锭, 延迟至第二个工作日后任何工作日进行实物交收的交易行为, 交易时支付一定比例的交易保证金, 实物交收时结清剩余货款.

天津贵金属交易所伦敦现货白银市场价格为基础, 综合国内白银市场价格及中国人民银行人民币兑美元基准汇率, 连续报出现货白银的人民币中间指导价. 会员根据交易所点差管理办法, 在交易所中间指导价的基础上, 报出买入价及卖出价.

所谓 T+D, 就是指由上海黄金交易所统一制定的、规定在将来某一特定的时间和地点交割一定数量标的物的标准化合约. 这个标的物, 又叫基础资产, 是 T+D 合约所对应的现货. 其特点是: 以分期付款方式进行买卖, 交易者可以选择当日交割, 也可以无限期的延期交割.

上海黄金交易所推出的产品包括白银现货延期交收交易业务 (T+D).

### §4 交易基本原理

由于上海黄金交易所的白银 T+D(TD) 和天通银的现货白银延期交收业务 (TAG) 的标的物相同, 理论上二者的价格也应当一致. 而从实际数据上看, 白银 TD 价格一般略高于 TAG 价格. 当二者价格出现严重偏离时, 有理由预计二者之间的价差会回落到正常的区间范围.

具体而言, 当 TD 价格远高于 TAG 价格时, 预计未来价差会缩小. 这时我们在 TD 市场上做空单, 在 TAG 市场上做多单, 多单和空单的标的物数量相同, 若在未来的某一时点, TD 和 TAG 的价差回落时便可以获利. 同样地, 当 TD 价格略高于或者小于 TAG 价格时, 预计未来价差会扩大. 这时我们在 TD 市场上做多单, 在 TAG 市场上做空单, 多单和空单的标

的物数量相同, 若在未来的某一时点, TD 和 TAG 的价差拉大时便可以获利.

## §5 两种交易策略

从交易的基本原理看, 我们关心的不是绝对价格, 而是 TD 和 TAG 的价差. 在具体实盘操作中, 我们需要考虑的情况要复杂很多, 例如交易成本 (手续费、延期费等)、持仓量等因素会使得不具有确定性增大, 随之而来的是风险变大, 收益减少. 因此, 我们需要给出一定的交易策略, 控制风险, 增加收益.

由于直接判断价差的点位具有很大的主观性, 我们引入分位数来指导交易, 具体定义如下:

$$q_{\alpha} = \inf\{x : F(x) \geq \alpha\}. \quad (1)$$

当价差高于价差序列一定的分位数时做空单, 当价差低于价差序列一定的分位数时做多单. 至于平仓时间, 则根据不同策略选择不同的平仓时间, 具体如下.

### §5.1 single 交易策略

先给出变量说明, 具体见表 1. 按照如下的空单和多单策略进行交易.

表 1. 变量说明

变量名称	变量意义	变量解释
gap	价差	白银 TD 价格减去 TAG 价格
uq	空单分位数初始点	价差大于价差序列的 uq 分位数开始做空
lq	多单分位数初始点	价差小于价差序列的 lq 分位数开始做多
uva	空单加仓步长	价差比前一空单大 uva 则加仓
lva	多单加仓步长	价差比前一多单小 lva 则加仓
uinp	空单盈利点位	空单盈利达到 uinp 则平仓
linp	多单盈利点位	空单盈利达到 linp 则平仓

#### §5.1.1 空单策略

设  $u_p, l_p$  分别为价差序列 gap 的  $u_q, l_q$  分位数, 按照如下策略进行建平仓.

如果  $gap_t \geq u_p$ , 则开始建仓 (一手).

如果  $gap_{t+1} \geq u_p + uva$ , 则加仓 (一手);

如果  $gap_{t+1} \leq u_p - uinp$ , 则平仓.

实际上,就是在价差大于  $up$  时开始建仓,如果价差继续扩大超过  $uva$  则加仓,如果价差缩小比建仓时点的价差小  $uinp$  以上就平掉该仓. 该交易策略的原则是”逢高做空,赚够则卖,逐笔平仓”.

采用 2011 年 1 月 4 日至 2011 年 7 月 19 日在开盘时间每隔半小时的价格记录 (2248 条) 作为数据集,选取  $uq = 0.9$  对应的  $up = 366$ , 选取  $uva = 30$ ,  $uinp = 60$

time	gap	ptime	pgap
2011-1-20 23:00	383	2011-1-24 21:30	296
2011-1-24 22:00	376	2011-1-27 9:30	271
2011-4-18 22:00	404	2011-4-18 22:30	248
2011-4-21 1:00	408	2011-4-21 2:00	291
2011-4-21 2:30	373	2011-4-21 14:30	311
2011-4-21 14:00	419	2011-4-21 14:30	311
2011-4-25 9:30	421	2011-4-25 21:30	289
2011-4-25 14:00	586	2011-4-25 14:30	378
2011-4-25 22:00	535	2011-4-25 23:00	280
2011-4-25 23:30	368	2011-4-26 15:00	298
2011-4-26 0:00	464	2011-4-26 1:30	398
2011-4-26 0:30	519	2011-4-26 1:30	398

图 2: single 交易策略下部分空单建平仓详情

### §5.1.2 空单策略

设  $up, lp$  分别为价差序列  $gap$  的  $uq, lq$  分位数, 按照如下策略进行建平仓.

如果  $gap_t \leq lp$ , 则开始建仓 (一手).

如果  $gap_{t+1} \leq lp - lva$ , 则加仓 (一手);

如果  $gap_{t+1} \geq lp + linp$ , 则平仓.

实际上,就是在价差小于  $lp$  时开始建仓,如果价差继续减小超过  $lva$  则加仓,如果价差扩大比建仓时点的价差大  $linp$  以上就平掉该仓. 该交易策略的原则是”逢低做多,赚够则卖,逐笔平仓”.

采用 2011 年 1 月 4 日至 2011 年 7 月 19 日在开盘时间每隔半小时的价格记录 (2248

条) 作为数据集, 选取  $lq = 0.2$  对应的  $lp = 83$ , 选取  $lva = 30, lnp = 60$

time	gap	ptime	pgap
2011-1-4 21:30	56	2011-1-4 22:00	152
2011-2-14 23:00	81	2011-2-15 21:30	142
2011-2-15 1:00	46	2011-2-15 21:30	142
2011-2-15 22:00	77	2011-3-8 21:30	156
2011-2-18 1:00	33	2011-2-23 21:30	120
2011-2-18 9:30	-10	2011-2-22 23:30	55
2011-2-21 10:30	-41	2011-2-22 23:00	31
2011-2-22 11:30	-109	2011-2-22 14:00	-11
2011-2-23 11:30	-3	2011-2-23 15:00	65
2011-2-23 22:00	24	2011-2-25 9:30	91
2011-2-28 9:30	20	2011-3-8 1:00	108
2011-2-28 23:30	-27	2011-3-7 10:30	67
2011-3-2 9:30	-72	2011-3-2 21:30	25
2011-3-8 22:00	64	2011-3-9 2:30	140
2011-3-9 9:30	78	2011-3-9 21:30	140
2011-3-9 11:30	32	2011-3-9 14:30	105

图 3: single 交易策略下部分多单建平仓详情

## §5.2 whole 交易策略

whole 交易策略相对于 single 交易策略, 建仓方式类似, 但是平仓时机的选择略有不同.

在 single 交易策略下, 我们选择逐笔平仓; whole 交易策略则将所持有的仓作为整体进行考虑, 对所有持仓时点的价差进行平均, 得到平均价差, 当价差比持仓的平均价差高 (低), 就平掉所持有的所有多 (空) 单.

whole 交易策略综合考虑了所有持仓, 避免了实际操作中 single 交易策略下先建的仓无法平掉的风险, 但将所有持仓”打包”作为整体又增大了整体风险. 因此, 两种交易策略各有优劣, 在不同的评价体系下比较两种交易策略也是本文的研究内容之一.



2011-5-9 11:30	375	2011-5-9 14:00	270
2011-5-9 14:30	368	2011-5-9 22:30	310
2011-5-9 21:30	438	2011-5-9 22:30	310
2011-5-9 23:00	394	2011-5-9 23:30	304
2011-5-10 1:00	372	2011-5-11 21:30	-59
2011-5-10 23:00	429	2011-5-11 21:30	-59
2011-5-11 9:30	489	2011-5-11 21:30	-59
2011-5-11 22:30	390	2011-5-11 23:00	217
2011-5-11 23:30	375	2011-5-12 0:30	234
2011-5-12 14:30	538	2011-5-12 15:30	501
2011-5-12 15:00	594	2011-5-12 15:30	501
2011-5-13 2:00	438	2011-5-13 2:30	317
2011-5-13 14:30	387	2011-5-13 15:00	268
2011-5-16 22:30	375	2011-5-17 10:30	304
2011-5-19 2:30	428	2011-5-19 9:30	320

图 4: whole 交易策略下部分空单建平仓详情

2011-2-14 23:00	81	2011-2-15 21:30	142
2011-2-15 1:00	46	2011-2-15 21:30	142
2011-2-15 22:00	77	2011-2-22 23:30	55
2011-2-18 1:00	33	2011-2-22 23:30	55
2011-2-18 9:30	-10	2011-2-22 23:30	55
2011-2-21 10:30	-41	2011-2-22 23:30	55
2011-2-22 11:30	-109	2011-2-22 23:30	55
2011-2-23 0:00	17	2011-2-23 21:30	120
2011-2-23 22:00	24	2011-2-25 9:30	91
2011-2-25 10:30	68	2011-3-7 10:30	67
2011-2-28 9:30	20	2011-3-7 10:30	67
2011-2-28 23:30	-27	2011-3-7 10:30	67
2011-3-2 9:30	-72	2011-3-7 10:30	67
2011-3-7 11:00	25	2011-3-7 22:00	79
2011-3-7 14:00	-6	2011-3-7 22:00	79
2011-3-7 22:30	56	2011-3-8 11:00	133
2011-3-8 11:30	68	2011-3-8 21:30	156
2011-3-8 22:00	64	2011-3-9 2:30	140

图 5: whole 交易策略下部分多单建平仓详情

## §6 交易策略评价指标

### §6.1 交易成本

由于上海黄金交易所和天津贵金属交易所都采用保证金的形式, 因此交易账户中至少要保持一定的未用保证金, 以避免当价格波动时被强行平仓的风险. 由于强行平仓是在盈利率低于 50 % 时会发生, 因此交易账户中至少要有所持合约价格总值的 12 % (按保证金比例 8 % 计算), 这相当于交易成本.

## §6.2 交易费用

上海黄金交易所对于白银 T+D 业务, 按照合约价格总额的万分之六收取手续费; 天津贵金属交易所对于天通银业务, 按照合约价格总额的万分之八收取手续费.

## §6.3 延期费

上海黄金交易所对于白银 T+D 业务, 按照合约价格总额的万分之三收取延期费; 天津贵金属交易所对于天通银业务, 按照合约价格总额的万分之二收取手续费. 延期天数均按照自然天数进行计算, 而不是交易日天数.

## §6.4 风险

这里我们定义某仓的风险为: 从建仓的时点至平仓时点过程中, 价差出现的最大逆向变动. 例如, 价差 400 时建一手空单, 之后价差一路走高直至 550 点开始回落, 价差达到 340 平掉该仓, 那么该仓的风险就是 100; 如果价差从 400 一直回落到 340, 没有出现高于 400 的价差, 则该仓的风险为 0. 多单情形类似.

## §6.5 收益和收益率

收益是指赚取的价差扣除交易费用, 延期费和买卖价之间的点差 (10 点) 之后的纯利润. 这里的交易费用是双边的, 在两边市场上都要交 (一边做空一边做多). 延期费在天津贵金属交易所是买卖双方都交. 而上海黄金交易所, 延期费的支付方向根据交收申报数量对比确定. 当交货申报量小于收货申报量时, 空头持仓向多头持仓支付延期费; 当交货申报量大于收货申报量时, 多头持仓向空头持仓付延期费; 当交货申报量等于收货申报量时, 不发生延期费支付. 由于整个市场上的情形我们无法控制, 因此本文中统一将延期费计算在内.

收益率则是按照收益比上交易成本进行计算.

# §7 数据及交易策略实现

## §7.1 历史数据模拟

我们采用 2011 年 1 月 4 日至 2011 年 7 月 19 日在开盘时间每隔半小时的价格记录 (2248 条) 作为数据集进行上述两种交易策略的实现并比较.

我们选择参数为  $uq = 0.9, lq = 0.1, uva = lva = 30, uinp = linp = 60$ , 均按照一千克白银进

行计算. (实盘操作中应该为 15 千克的整数倍, 天通银一手为 15 千克.)

按照 single 交易策略的总收益为 11338.15, 按照 whole 交易策略的总收益为 11263.21.

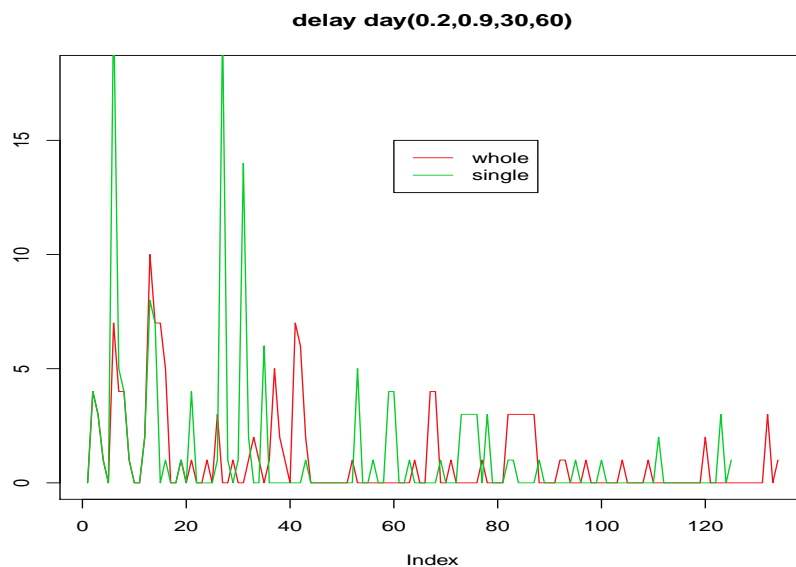


图 6: 两种交易策略各仓延期天数比较图

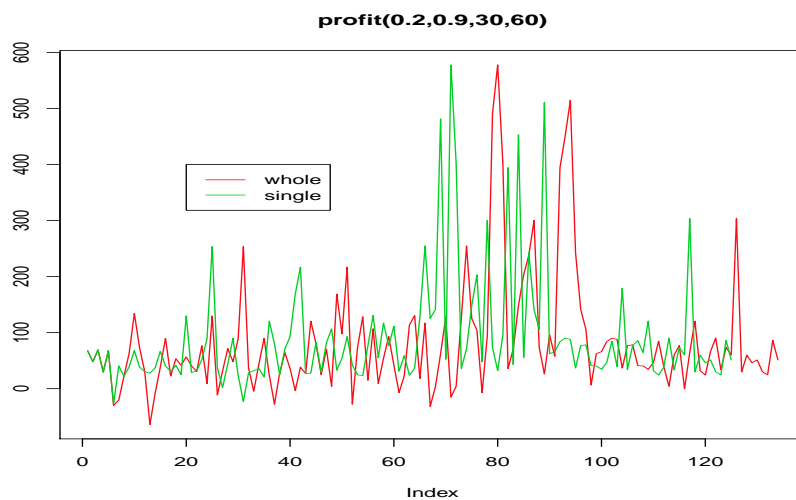


图 7: 两种交易策略各仓收益比较图



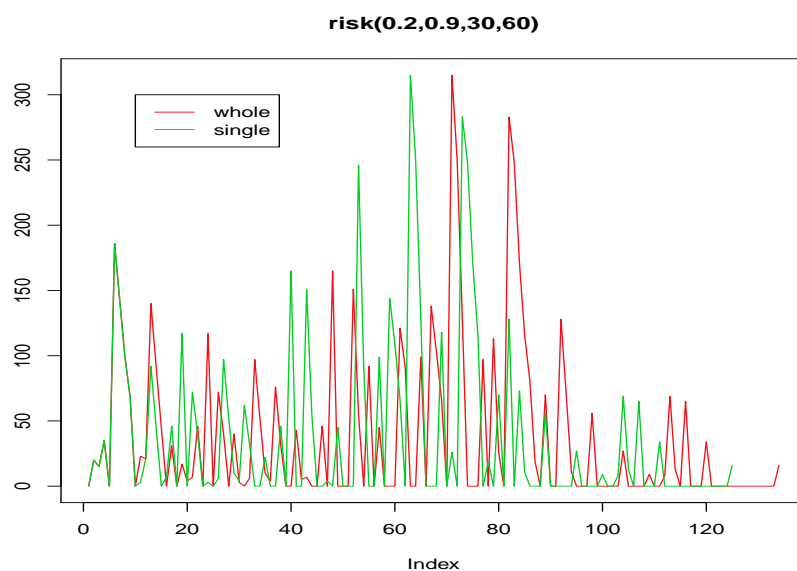


图 8: 两种交易策略各仓风险比较图

## §7.2 最优参数选择

在 single 交易策略下, 我们希望得到最大收益 (收益率) 的各个参数. 给出参数选择范围:

表 2. 参数选择范围

参数	取值范围
uq	0.78:0.98 步长 0.02
lq	0.05:0.25 步长 0.02
uva=lva	30 :80 步长 5
uinp=linp	60 :110 步长 5

经过计算, 最优参数选择结果如图 9 所示.

数据日期	最大值 (利润、利润率)	具体参数					
		下分 位数	上分 位数	做空 加仓	做多 加仓	做空盈 利点位	做多盈 利点位
05060719P	9476.128	0.25	0.80	30	30	110	110
		275	343				
	1.262	0.25	0.82	60	60	60	60
		275	346				
06030719P	1961.595	0.33	0.70	30	30	60	60
		279	320				
	0.7096	0.25	0.86	70	70	60	60
		267	336				
01040719	16498.76	0.25	0.80	30	30	110	110
		109	335				
	2.5433	0.21	0.82	70	70	60	60
		87	338				
01040719P	11557.5	0.25	0.82	30	30	110	110
		98	334				
	1.7471	0.23	0.84	65	65	60	60
		90	338				
01040429	5184.629	0.25	0.78	30	30	65	65
		58	265				
	1.029	0.25	0.86	70	70	65	65
		58	315				
01040331	2489.396	0.25	0.80	30	30	80	80
		44	252				
	0.6434	0.07	0.90	70	70	110	110
		-15	322				

图 9: single 交易策略下的最优参数