

遗传算法在参数优化中的应用

——金融工程 CTA 策略专题报告之十一

分析师：郝惊

SAC NO: S1150517100003

2019 年 6 月 28 日

证券分析师

郝惊

022-23861600

hao_liang@bhqz.com

核心观点：

● 遗传算法介绍

CTA 策略中常见的参数优化方式有网格法（穷举法）、遗传算法、通过机器学习模型确定参数等。遗传算法（Genetic Algorithm）是一类借鉴生物界的进化规律（适者生存，优胜劣汰遗传机制）演化而来的随机化搜索方法。遗传算法中涉及到的基本概念包括：个体编码、评价、配种、选择变异、环境选择、停止准则等。算法基本流程包括：初始化、个体评价、算法停止检查、突变、选择运算，再到个体评价、算法停止检查等的循环。

相关研究

《黄金动量明显 原油底部反弹——股指商品期货周报》

《以道式理论为基础的顺势、整理体系》

《VN.PY 框架介绍及风险平价模型在 CTA 策略中的应用》

● 目标波动率法

假设 rV 为商品指数过去 N 个交易日的波动率， tV 为目标波动率， db 为在目标波动率下的最大单日可接受回撤幅度。根据公式 $rdB = \frac{tV}{rV} * db$ ，那么 rdB 即为当前波动率下的可接受回撤幅度。该方法主要用于绝对总体仓位，在板块层面，继续使用风险平价模型。

● 回测结果

在以夏普比率最大为目标条件，使用实数编码、锦标赛选择、两点交叉、高斯突变、完全重插入条件下、交叉概率 50%，突变概率 40%条件下进行全局寻优。

在最优参数条件下，策略得夏普比率从 0.98 提高到 1.03。前期商品上市品种较少，截面规则稍差，随着上市交易品种逐步增多，截面规则效果显现，后期策略年化收益与回撤比可达到 1.5。策略表现有所提高。

● 风险提示

价格短期波动过大风险。

目 录

1. 简介	4
2. 遗传算法介绍	4
2.1 算法介绍和算法特定	4
2.2 遗传算法主要元素	4
2.3 遗传算法的基本运算流程	5
2.4 python 遗传算法工具包 DEAP 介绍	6
3. 目标波动率法	6
4. 回测	7
5. 进一步研究方向	10
6. 风险提示	10

图 目 录

图 1: 遗传算法流程简介	6
图 2: 板块权重确定流程	7
图 3: 市值走势图	9
图 4: 回撤比例走势图	9
图 5: 保证金比例走势图	9

表 目 录

表 1: 待优化参数范围	8
表 2: 最优参数	8
表 3: 策略回测评价指标	8

1. 简介

CTA 策略中常见的参数优化方式有网格法（穷举法）、遗传算法、通过机器学习模型确定参数等。

网格法是最简单的参数确定方法，网格法是根据各个参数的范围，依次遍历各种参数组合的结果，从而确定最佳参数的方法，也称穷举法。网格法的优点是其结果一定是全局最优的，其缺点是当参数较多且参数范围较大时，其需要测试的参数组合数量较大，计算量较大。

遗传算法可以在一定程度上减少参数确定中计算量的同时确保一定的全局寻优能力。故本报告我们主要介绍一下遗传算法在 CTA 策略中参数确定的应用。

此外，在上一篇报告中，我们的仓位管理方法中，假设可接受的单日最大回撤比例为一个常数，而在实际中，单日最大回撤比例或总体仓位，应该是随着行情的波动而改变的。我们测试了使用目标波动率法来进行总体仓位控制的方法。

2. 遗传算法介绍

2.1 算法介绍和算法特定

遗传算法（Genetic Algorithm）是一类借鉴生物界的进化规律（适者生存，优胜劣汰遗传机制）演化而来的随机化搜索方法。它是由美国的 J.Holland 教授 1975 年首先提出，其主要特点是直接对结构对象进行操作，不存在求导和函数连续性的限定；具有内在的隐并行性和更好的全局寻优能力；采用概率化的寻优方法，能自动获取和指导优化的搜索空间，自适应地调整搜索方向，不需要确定的规则。遗传算法的这些性质，已被人们广泛地应用于组合优化、机器学习、信号处理、自适应控制和人工生命等领域。它是现代有关智能计算中的关键技术。

2.2 遗传算法主要元素

因为遗传算法主要是借鉴生物进化规律，故其算法中的基本概念多以生物学名词命名，遗传算法中涉及到的基本概念包括：编码、评价、配种、变异等等，其含义如下：

个体编码：将问题的解空间编码映射到搜索空间的过程。常用的编码方式有二值

编码，浮点数编码，粒子编码等。

评价：设定一定的准则评价族群内每个个体的优秀程度，也称为适应度。

配种选择：建立准则从父代中选择个体参与育种。

变异：变异过程包括一系列受到生物启发的操作，例如交叉，突变等。通过变异操作，父代的个体编码以一定方式继承和重新组合后，形成后代族群。

环境选择：将父代与子代重组成新的族群。这个过程中育种得到的后代被重新插入到父代种群中，部分或全体替换父代种群中的个体，形成新的族群，新族群的数量可与父代族群相同，也可不同。

停止准则：确定算法何时停止，通常有两种情况：算法目前找的最优解符合评价标准或种群更新次数达到了初始设定的最大更新次数。

2.3 遗传算法的基本运算流程

1、初始化：设置最大进化代数 T ，族群数量 M ，确定基因编码方式、长度、范围等，根据编码方式随机生成 M 个个体作为初始族群。

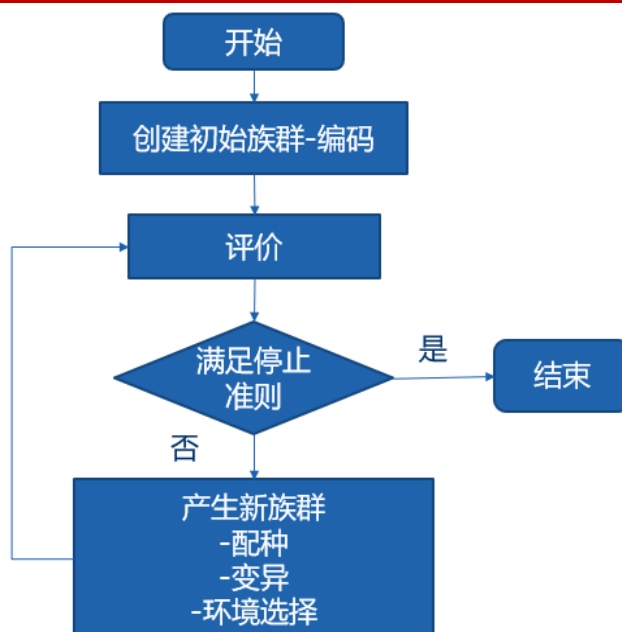
2、个体评价：根据解码后基因编码，确定适应度函数来计算族群中各个个体的适应度。

3、算法停止检查：检查族群中的所有个体评价是否有符合最优评价标准的个体，若有则算法停止，或族群迭代次数达到最大值，则算法停止。

4、突变：针对父代族群中的个体，在一个概率条件下进行基因突变运算，包括交叉运算和变异运算两种，形成新的个体，并插入到父代族群中。

5、选择运算：从父代族群中根据环境选择条件确定新的族群，再重复步骤 2-步骤 5 的运算。

图 1: 遗传算法流程简介



2.4 python 遗传算法工具包 DEAP 介绍

Python 下的遗传算法工具包有 GAFT、DEAP、Geatpy 等，我们选择使用 DEAP 包。使用 DEAP 包处理遗传算法优化的主要流程为：

1. 确定问题类型，包括：确定要求解的问题个数，是单目标最优化问题还是多目标最优化，每个最优化目标是取最大值还是取最小值。
2. 初始化，包括初始化基因编码位数、初始值等基本信息。
3. 注册算子，向 DEAP 类中以（别名、函数）的方式注册在优化过程中的算子函数，包括交叉运算，变异运算，环境选择运算，评价函数等等。DEAP 自带了多种可能用到的各种交叉运算、变异运算、环境选择函数等。包括锦标赛选择、轮盘赌选择、随机抽样选择、两点交叉、均匀交叉、有序交叉、混合交叉、高斯突变、乱序突变、位翻转突变等等。
4. 设计 main 函数，包括确定各类参数，运行并得到结果。

3. 目标波动率法

常规的仓位管理方法有目标波动率法、净值法、最大回撤法等。上述方法既可以应用在总体仓位控制上，也可以应用在单个板块、单个品种或单个策略的仓位控

制上。因为在板块层面的仓位控制方法上我们已经使用了风险平价模型，故我们主要测试目标波动率法在总体仓位控制上的效果。

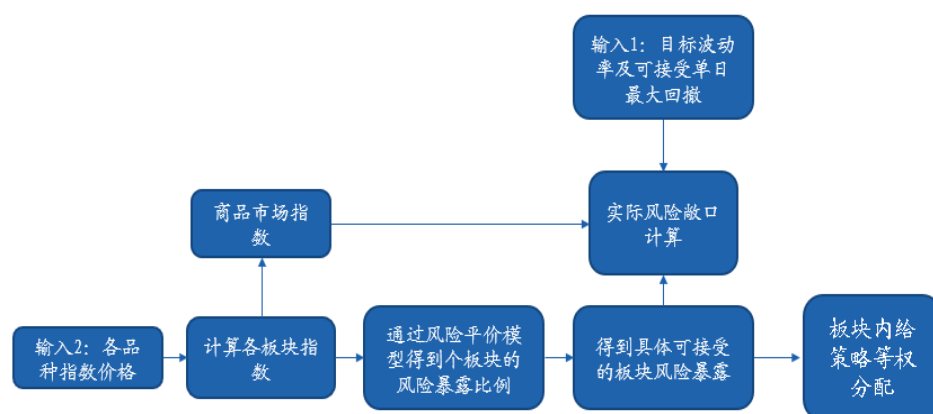
假设 rV 为商品指数过去 N 个交易日的波动率， tV 为目标波动率， db 为在目标波动率下的最大单日可接受回撤幅度，那么 rdb 即为当前波动率下的可接受回撤幅度。

$$rdb = \frac{tV}{rV} * db$$

上述仓位管理逻辑与海龟策略中的通过波动率控制建仓数量本质上是一直的，即都是在波动率较低是增加建仓合约数量，在波动率较高时控制建仓合约数量。

在目标波动率控制总体仓位条件下，结合风险平价模型，得到的仓位控制流程如下：

图 2：板块权重确定流程



资料来源：渤海证券研究所

4. 回测

我们使用上一篇报告中的规则性策略进行测试。遗传算法的相关设定如下：

- 1、初始种群规模为 60 个个体，迭代次数为 6 次，优化目标为夏普比率最大化。
- 2、使用编码方式为实数编码，选择函数为锦标赛选择，交叉函数为两点交叉，突变函数为均值为 0、方差为 2 的高斯突变函数，插入函数为完全重插入。
- 3、对每个个体，交叉概率：50%，突变概率：40%。

我们仅对规则型策略进行参数遍历，待遍历的参数列表如下：

表 1：待优化参数范围

参数名	开仓参数	平仓参数	强弱参数	过滤参数	大幅止盈
最大值	60	40	0.9	90	6
最小值	12	8	0.6	40	2

资料来源：渤海证券研究所

经过以夏普最大化为目标的参数遍历后可得最优参数值如下：

表 2：最优参数

参数名	开仓参数	平仓参数	强弱参数	过滤参数	大幅止盈
最优值	40	30	0.7	90	6

资料来源：渤海证券研究所

在最优参数值下得策略表现为：

表 3：策略回测评价指标

首个交易日：	2010/5/4	最后交易日：	2019/5/22
总交易日：	2201	盈利交易日	1009
亏损交易日：	965	起始资金：	10000000
结束资金：	44,099,579.74	总收益率：	341.00%
年化收益：	18.48%	总盈亏：	34,099,579.74
最大回撤：	-9,119,614.99	最大回撤(%)：	-29.60%
总手续费：	110,794.19	总滑点：	305,500.00
总成交笔数：	1,586	日均盈亏：	15,492.77
日均手续费：	50.34	日均滑点：	138.8
日均成交笔数：	0.72	日均收益率：	0.08%
收益标准差：	1.39%	夏普比率：	1.03

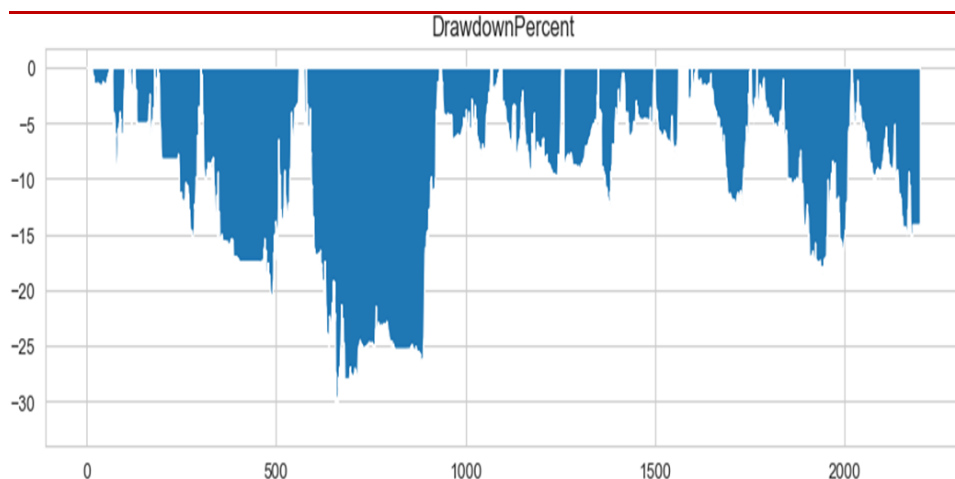
资料来源：渤海证券研究所

图 3: 市值走势图



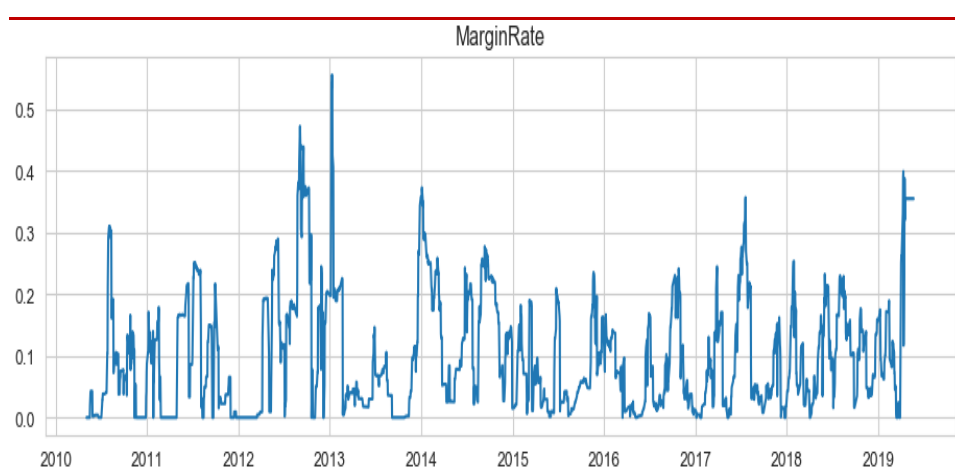
资料来源: 渤海证券研究所

图 4: 回撤比例走势图



资料来源: 渤海证券研究所

图 5: 保证金比例走势图



资料来源: 渤海证券研究所

在最优参数条件下，策略得夏普比率从 0.98 提高到 1.03。策略主要的回撤发生在 2013、2014 年。主要原因是那时的交易品种较少，焦炭、焦煤、热卷轧钢、铁矿石、菜粕等等品种都是 2013 年以后上市交易的，前期品种较少截面规则效果较弱，仅有时序规则，从而产生回撤。后期随着上市品种逐步丰富，回撤比率逐步减少。后期策略年化收益与回撤比可达到 1.5。

此外平均保证金比例为 20%，若其他现金投资于债券等固定收益类产品，可进一步提升整体表现。

5. 进一步研究方向

- 1、使用机器学习模型，根据当前行情和过去行情在不同参数下的表现，选择最适合当前行情的参数。
- 2、目前，单日最大回撤比例仅为波动率的函数，可挖掘更多的因子来进行仓位控制，如品种间的相关系数或板块间的相关系数。

6. 风险提示

模型失效风险。

投资评级说明

项目名称	投资评级	评级说明
公司评级标准	买入	未来 6 个月内相对沪深 300 指数涨幅超过 20%
	增持	未来 6 个月内相对沪深 300 指数涨幅介于 10%~20%之间
	中性	未来 6 个月内相对沪深 300 指数涨幅介于-10%~10%之间
	减持	未来 6 个月内相对沪深 300 指数跌幅超过 10%
行业评级标准	看好	未来 12 个月内相对于沪深 300 指数涨幅超过 10%
	中性	未来 12 个月内相对于沪深 300 指数涨幅介于-10%-10%之间
	看淡	未来 12 个月内相对于沪深 300 指数跌幅超过 10%

免责声明：本报告中的信息均来源于已公开的资料，我公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，不保证该信息未经任何更新，也不保证本公司做出的任何建议不会发生任何变更。在任何情况下，报告中的信息或所表达的意见并不构成所述证券买卖的出价或询价。在任何情况下，我公司不就本报告中的任何内容对任何投资做出任何形式的担保，投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失书面或口头承诺均为无效。我公司及其关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行或财务顾问服务。我公司的关联机构或个人可能在本报告公开发表之前已经使用或了解其中的信息。本报告的版权归渤海证券股份有限公司所有，未获得渤海证券股份有限公司事先书面授权，任何人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。如引用、刊发，需注明出处为“渤海证券股份有限公司”，也不得对本报告进行有悖原意的删节和修改。

渤海证券股份有限公司研究所

所长&金融行业研究

张继袖

+86 22 2845 1845

副所长&产品研发部经理

崔健

+86 22 2845 1618

计算机行业研究小组

王洪磊（部门经理）

+86 22 2845 1975

张源

+86 22 2383 9067

王磊

+86 22 2845 1802

汽车行业研究小组

郑连声

+86 22 2845 1904

陈兰芳

+86 22 2383 9069

食品饮料行业研究

刘瑀

+86 22 2386 1670

电力设备与新能源行业研究

张冬明

+86 22 2845 1857

刘秀峰

+86 10 6810 4658

滕飞

+86 10 6810 4686

医药行业研究小组

徐勇

+86 10 6810 4602

甘英健

+86 22 2383 9063

陈晨

+86 22 2383 9062

通信行业研究小组

徐勇

+86 10 6810 4602

公用事业行业研究

刘蕾

+86 10 6810 4662

餐饮旅游行业研究

刘瑀

+86 22 2386 1670

杨旭

+86 22 2845 1879

非银金融行业研究

洪程程

+86 10 6810 4609

中小盘行业研究

徐中华

+86 10 6810 4898

机械行业研究

张冬明

+86 22 2845 1857

传媒行业研究

姚磊

+86 22 2383 9065

固定收益研究

崔健

+86 22 2845 1618

夏捷

+86 22 2386 1355

朱林宁

+86 22 2387 3123

金融工程研究

宋旻

+86 22 2845 1131

张世良

+86 22 2383 9061

金融工程研究

祝涛

+86 22 2845 1653

郝惊

+86 22 2386 1600

流动性、战略研究&部门经理

周喜

+86 22 2845 1972

策略研究

宋亦威

+86 22 2386 1608

严佩佩

+86 22 2383 9070

宏观研究

宋亦威

+86 22 2386 1608

孟凡迪

+86 22 2383 9071

博士后工作站

张佳佳 资产配置

+86 22 2383 9072

张一帆 公用事业、信用评级

+86 22 2383 9073

综合管理&部门经理

齐艳莉

+86 22 2845 1625

机构销售•投资顾问

朱艳君

+86 22 2845 1995

刘璐

合规管理&部门经理

任宪功

+86 10 6810 4615

风控专员

张敬华

+86 10 6810 4651

渤海证券研究所

天津

天津市南开区宾水西道8号

邮政编码: 300381

电话: (022) 28451888

传真: (022) 28451615

北京

北京市西城区西直门外大街甲143号 凯旋大厦A座2层

邮政编码: 100086

电话: (010) 68104192

传真: (010) 68104192

渤海证券研究所网址: www.ewww.com.cn