

# 量化投资项目作业

基于 QP 的优化选股策略

项目设计和编写: 李文哲

单 位: 贪心科技

2021 年 1 月 25 日

# 目 录

<b>1 项目作业介绍</b>	<b>3</b>
<b>2 所需要的工具和掌握的内容</b>	<b>3</b>
<b>3 策略编写</b>	<b>4</b>
3.1 股票池和回测时间 . . . . .	4
3.2 交易费用 . . . . .	5
3.3 策略评估 . . . . .	5
3.4 基于技术指标的策略 . . . . .	6
3.4.1 策略 1: 技术指标 MACD 金叉 +MA 多头 . . . . .	6
3.4.2 策略 2: 技术指标自定义策略 . . . . .	6
3.5 基于 QP 的策略 . . . . .	7
3.5.1 策略 3: 经典的 QP 优化 . . . . .	7
3.5.2 对于经典 QP 的改造 . . . . .	7
3.5.3 策略 4: 让选中的股票具有多样性 . . . . .	7
3.5.4 策略 5: 考虑手续费 . . . . .	8
3.5.5 策略 6: 考虑持仓股票数目 . . . . .	9
3.5.6 策略 7: 自定义优化策略 . . . . .	10
3.5.7 基于优化策略的执行 . . . . .	10
3.6 需要完成的模块 . . . . .	10
3.7 如何提交项目作业 . . . . .	11

## 1 项目作业介绍

量化投资作为金融领域一大分支，近年来受到了很大的关注。特别是针对 A 股市场的 AI 技术的应用成为当今热点的话题。实际上，在美国市场，量化交易已经成为了主流，但与此相比，国内的量化交易目前仍处在早期的阶段。

在这个项目中，我们将使用在课程中已学过的优化技术来搭建买卖策略，并在平台上做回测，最终得到策略的效果。这个项目的主要目的有以下几种：1. 了解并掌握量化投资领域，虽然跟很多人的工作关系不大，但毕竟是一个新兴领域，而且跟 AI 技术的结合比较紧密，强烈建议借此机会学习。2. 掌握并实战优化技术，通过编写真正的策略会真正明白优化技术如何应用在工业界环境中。3. 基于给定的优化方法，自己试着去改进并创造新的优化方法，让回测效果更好。

在这个项目中你将要完成以下几个任务：

- 编写基于技术指标的策略，并得到回测结果。其中一个策略是文档给出的，另外一个策略是需要自己设计的。
- 在项目中实现经典的 QP 优化，以及文档中给出的不同 QP 优化方法。同时也需要自己提出一个优化方法来改进目前方法所存在的问题。最终得出每一种方法的回测结果。
- 所有的策略需要在 big quant 平台上完成。完成之后，需要把每个策略对应的代码同步提交到 gitlab 中（每一个文件是一个策略）。同时，完成一篇 project report 发布在知乎/CSDN 等平台上，然后把链接放在 gitlab 中的项目 readme 中即可。具体提交细节请见文末。

另外，为了完成项目，务必要学习直播课程的内容。

## 2 所需要的工具和掌握的内容

为了完成本项目作业，你需要使用以下工具，同时需要懂得以下方法论：

- Big quant 平台 [1]：作为国内一款量化策略平台，用户可以在平台上方便编写一些策略。平台的最大价值在于，它很好地封装了底层的回

测引擎（行情数据、交易费用、回测、数据展示等），用户只需要关注策略部分。我们只需要在平台上编写想要的策略就可以了。

- 果仁网 [2]: 果仁网是一家国内的技术指标选股平台，在这个平台上你可以很方便地去尝试一些策略，并做回测。很多时候，在设计技术指标策略时，可以先借鉴果仁网的结果，之后再去细化策略。在这个项目中，你需要设计一个基于技术指标的策略，可以把果仁网当作是一个参考工具来做，如验证策略的正确性时，可以跟果仁网的做一下对比。
- cvxopt 优化器 [3]: 课程已经讲述了如何构建一个 QP 问题，以及如何通过代码来解决。之所以选择 CVXOPT，主要因为平台上已经集成了这款优化器，同时 CVXOPT 也是非常主流且常用的优化器，里面包含了几乎所有常见的优化方法。

### 3 策略编写

在这个项目作业，主要编写两种类型的策略，一个是基于技术指标的，另外一个是基于优化的。第一个策略理解起来很简单，如果放在 AI 领域，其实指的是那种基于规则的方法论；第二个策略就是我们在课上所讨论的方法论了。在本节给大家一一介绍编写策略时需要用到的一些细节。

#### 3.1 股票池和回测时间

A 股市场要大概 3000 多只股票。但一般在构建量化模型时，提前会有一个需要考虑的股票池。通常，不会把所有的股票都考虑进来的。一个常见做法是，提前把几十个或者小几百个股票当作是股票池，并对这些股票池设计策略。每一个投资经理或者投资分析师，一遍都会有自己所关注的行业和股票，这些可以认为是提前设置好的股票池。在这个项目中，我们已经给大家提供了所需要的股票池，见 `stock_list.txt` 文件。在这个文件中，我们提供了 100 多个股票，这样也可以让训练更高效一些，而且也避免很大的计算量影响平台的正常使用。文件有两类，第一列为股票代码，第二列为股票所属的一级行业，具体行业可查看[行业列表](#)

回测时间在设计策略时非常重要，按理来讲，回测时间要足够长。那为什么要足够长呢？通常来说，经济是有周期的，期间会有一些大波动，我们希望测试一个策略是否在一个较长时间的周期里仍然会比较稳定。想象一下 2015 年的股市，如果一个策略在这种情况下也能很好地止损，那这种策略是比较优质的。所以，只有我们拉长回测周期，你才能更全面地看到所设计出的策略的优劣。但是由于平台资源上的限制，在这个项目中，我们将使用 2 年的回测周期。

	训练时间	回测时间
时间区间	2018 年一整年数据	2019 年 1 月 3 日 - 2021 年 1 月 22 日

### 3.2 交易费用

交易费用包括买股票时的交易费用和、卖股票时的交易费用，在这个项目中我们统一把交易费用设置为 0.3%（买和卖出均为 0.3%）。另外，如果交易费用小于 5 块，就按照 5 块来计算。

### 3.3 策略评估

为了评估策略，我们需要一个基准策略。就类似于，如果我们想说服别人一个模型非常好，那最好的方法就是比较，其实设计策略也是一样的。我们在这个项目中将使用沪深 300 作为基准。沪深 300 股票指的是沪深两大股票市场根据不同行业，不同公司规模选出来的，具有代表性的 300 家公司。沪深 300 指数股票的总市值占沪深市场比例达到 70% 左右。沪深 300 的意义是反映我国证券市场股票价格变动的概貌和运行状况。如果一个策略能够跑赢大盘（沪深 300），我们可以说这个策略是好的。

有了基准之后，就是具体评估手段了。如在课程中所讲的，一个是在回测期间的**策略收益率**，还有一个是 **sharp ratio（夏普比例）**。前者可以认为是自身对自身的比较，后者可以认为是跟基准的比较。夏普比例越高，说明这个策略越优秀。在这个项目中，我们主要关注以上两个指标。另外，还有一个指标在设计策略中必须要关注的是-最大回撤。那什么叫最大回撤呢？指的就是最大亏损会是什么。这个最大回撤是在回测期间计算出来的，我们知道一个策略即便再好也有跌，有涨的时候，最大回撤所计算的是这个策略在某一时刻最大亏损会有多少。一个策略如果最大回撤比较高，那就说明这

个策略的风险比较大，我们一般不会选择这种策略的。在业界设计策略时，我们都会对最大回撤有个限制，比如不能大于 10%。

### 3.4 基于技术指标的策略

你需要实现两种策略，一种策略是本文给出的，另外一种策略是你需要自行设计一个，两个策略都需要在 big quant 平台上完成代码的编写。在技术指标策略上，可以使用果仁网 [2] 的工具。

#### 3.4.1 策略 1：技术指标 MACD 金叉 +MA 多头

你需要实现如下的策略。这个策略包含了两个模块，MACD 金叉以及 MA 多头。MACD 金叉是一个非常强有力的选股形态，同时 MA 多头也是选股中常用的判定标准。

	MACD 金叉	MA 多头
指标设置	DIF 短线 =12, DIF 长线 =26, DEA=9	MA 短线 =5, MA 长线 =20
规则	当 DIF 上穿 DEA 时	当 MA 短线在 MA 长线上方时

具体的买卖策略为：调仓周期为 20 个工作日，而且最大允许持仓股票数为 10 只。也就是说，假如现在手里有 1W 块钱，今天是策略的第一天，按照上述规定的技术指标从股票池中选中了几只股票（假定 1, 2, 3, ...20），那这时候我们把 1W 块钱平均分配到前 10 只股票上（返回结果中的前 10 只）并在第二天以开盘价买入。如果不够 10 只股票也没关系，我们也可以把 1W 平均分配到满足的股票上。之后 20 个工作日，暂时不做任何的改动。过了 20 个工作日之后，我们先清仓（所有股票按照开盘价卖掉），接着再用已有的现金买入满足技术指标的股票（还是头 10 只股票），并把现金平均分配到这几只被选中的股票中，以此类推。最终你将会得到这个策略的回测结果。

#### 3.4.2 策略 2：技术指标自定义策略

除了上述策略之外，请自行设计一个技术指标类型的策略，并用同样的方式做回测。这里可以自行设计几个关键变量，调仓周期，最大允许持仓股票数目。

请描述具体的策略，以及展示最后的回测结果。

### 3.5 基于 QP 的策略

在课程中，我们已经讨论过基于 QP 的一种选股策略。在这里沿着这个思路，再列出几个改进版的 QP 优化方法。我们首先来定义几个变量

- $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ : 这里的  $x$  为参数，代表每一只股票的权重， $n$  表示股票池的大小。需要注意的一点是  $\sum_{i=1}^n x_i = 1$
- $\mu = (\mu_1, \dots, \mu_n)$ : 这是通过历史数据计算出来的每只股票的期望收益。具体的计算请按照每 5 个工作日来进行，也就是每 5 个工作日来计算收益，并把这些数做平均的操作。
- $\Sigma$ : 这是收益的协方差矩阵，代表着股票之间的关系，请参考课程中的说明。

有了这些变量之后，我们就可以设计优化问题了。

#### 3.5.1 策略 3: 经典的 QP 优化

$$\begin{aligned} & \underset{\mathbf{x}}{\text{minimize}} && -\mu^T \mathbf{x} + \lambda \frac{1}{2} \mathbf{x}^T \Sigma \mathbf{x} \\ & \text{subject to} && \sum_{i=1}^n x_i = 1 \\ & && x_i \geq 0; i = 1, \dots, n. \end{aligned}$$

在这里  $\frac{1}{2}$  可有可无，但便于优化，因为后者有平方项

#### 3.5.2 对于经典 QP 的改造

上面的 QP 问题是最简单的形式，但实际上很多要素都没有考虑进来，比如股票选择上的多样性（来抵抗风险），以及股票数目的限制，调仓上的限制等等）。那如何去把这些要素引入到目标函数呢？

#### 3.5.3 策略 4: 让选中的股票具有多样性

我们希望得到一个风险较低的股票组合，这就意味着需要让持仓中的股票具备多样化性。这里有两个问题需要考虑：1. 如果按照经典的 QP 优

化问题来求解，结果上会发现有些股票的权重很高，剩下的股票的权重就自然变得特别低，这其实就类似于选了几个个别股票，并没有起到通过组合对抗风险的效果。所以一种解决思路就是限制每一只股票的权重。2. 如果多只股票全部来自于同一个行业，其实这几只股票的涨跌情况是比较相似的，所以如果被选中的股票大多数来自于同一个板块，那也没有起到对抗风险的效果。所以一种解决思路是，让来自更多不同板块的股票被选中，在目标函数上可以限制来自于某一个板块股票的权重之和。我们可以得到如下的优化问题：

$$\begin{aligned}
 & \underset{x}{\text{minimize}} && -\mu^T x + \lambda \frac{1}{2} x^T \Sigma x \\
 & \text{subject to} && \sum_{i=1}^n x_i = 1 \\
 & && x_i \geq 0; i = 1, \dots, n. \\
 & && x_i \leq m; i = 1, \dots, n. \\
 & && \sum_{i \in \text{sector}_k} x_i \leq m_k; k = 1, \dots, K.
 \end{aligned}$$

这里的变量  $m$  为针对于每一只股票权重的最大限制，也就是买股票时不能购买比这个值更多。第二个新增的条件是用来限制同一个板块的权重， $m_k$  指的是来自第  $k$  个板块的股票权重之和不能超过  $m_k$  的意思，下标  $i$  代表来自某一个板块的所有股票（股票池里的）。

#### 3.5.4 策略 5：考虑手续费

我们每一次做买卖时都会产生手续费，每个市场的手续费是不一样的。当我们频繁做交易时手续费的占比会比较高，所以不得不把它考虑进去。有时候你会发现，虽然策略跑得不错，但一旦把手续费也加进来就会发现其实收益率是比较差的。

我们可以在目标函数中加入限制来控制手续费。直接的方式是，每一次调仓时尽量少挑一些。打个比方，调仓之前我们已经购买了贵州茅台持仓比例 10%，如果调仓后改为 50%，那这个差异就比较大，而且耗费大量的手续费。同时，如果原来持仓中没有贵州茅台，现在要决定买入 20%，那这个调仓的差异也比较大。所以我们希望控制每一只股票的调仓不要太多。这部分



可以用如下的逻辑来表示：假如某一只股票原来的持仓为  $x_i^0$ ，通过优化算法得出来的持仓为  $x_i$ ，则需要调仓的额度为  $|x_i - x_i^0|$ ，我们希望这个值不要超过某一个给定的阈值。同时，我们也想对所有的股票调仓之和给个限制，也就是  $\sum_{i=1}^n |x_i - x_i^0|$ ，促使每一次跑优化算法时控制不要改动太大。把上述限制条件加进来之后，我们便可以得到如下的优化问题：

$$\begin{aligned}
& \underset{x}{\text{minimize}} && -\mu^T x + \lambda \frac{1}{2} x^T \Sigma x \\
& \text{subject to} && \sum_{i=1}^n x_i = 1 \\
& && x_i \geq 0; i = 1, \dots, n. \\
& && x_i \leq m; i = 1, \dots, n. \\
& && \sum_{i \in \text{sector}_k} x_i \leq m_k \leq m; k = 1, \dots, K. \\
& && x_i - x_i^0 \leq y_i; i = 1, \dots, n \\
& && x_i^0 - x_i \leq z_i; i = 1, \dots, n \\
& && \sum_{i=1}^n (y_i + z_i) \leq h
\end{aligned}$$

这里新增的  $y_i, z_i$  分别代表第  $i$  只股票新增加的部分或者减持的部分。另外， $h$  代表对于所有股票的调仓的限制。

### 3.5.5 策略 6：考虑持仓股票数目

在上面的优化问题中，我们其实没有考虑到持仓股票数目。如果对这块没有做任何的限制，你会得到基本上会选中所有的股票，即便有些股票占比特别小。但事实上，我们是不希望得到这样的结果的，所以需要在股票持仓数目上需要做一定的限制，比如持仓股票不能操过 20 只等。

对于这个问题，一方面可以使用一些稀疏性的限制来控制，另外一方面可以直接把上述限制放到条件里，如下所示：

$$|\text{supp}(x)| \leq K$$

表示最多只能选择  $K$  只股票。

另外，我们也可以规定每一只股票如果被购买了，必须要超过多大的比重。这样就可以有效避免了出现很小权重的情况，通过下面的条件可以实现：

$$l_i \leq x_i \leq u_i; i = 1, \dots, n$$

这里的  $l_i$  表示第  $i$  只股票最少被购入  $l_i$  权重，最多被购入  $u_i$  权重。

但上面这个优化问题还需要做一些改造，才能带入到优化工具中。这块就留作思考题，大家可以想一下如何做进一步的改造。提示：整数规划问题。

### 3.5.6 策略 7：自定义优化策略

除了以上改进，你觉得还有什么地方可以进行改进？请提出你的想法，并实现策略，最终得出回撤结果。请把所提出的策略在 project report 中描述清楚，并把相应的代码提交到 gitlab 中。

### 3.5.7 基于优化策略的执行

以上我们介绍了几种 QP 策略的变种。在这里简单说一下，这个策略如何执行。我们设置调仓周期为 10 天（工作日），也就是每 10 天执行一次策略。每次执行完策略之后，我们会得到每一只需要购买股票的权重。得到这个权重之后，我们需要做以下的操作：如果某只股票已经在持仓，但是没有出现在优化的结果中，我们需要把这只股票全部卖出；如果某一只股票已经在持仓中，那需要按照权重做调节（比如原来占比 10%，现在改成 20%，那需要增持 10%，相反部分股票需要减持。在回撤周期内，不断执行以上操作，最终可以得到回撤结果。

## 3.6 需要完成的模块

在这个项目作业，你需要完成以下几个任务：

- 通过 big quant 平台编写策略 1，策略 2，策略 3，策略 4，策略 7，并完成回撤。文本给出的策略 5，6 可当作提出自定义策略的参考。
- 编写详细的 project report. 项目 report 需要包含：1. 每个策略的描述，以及具体实施细节，以及每个策略的回撤结果（截图）2. 对于每一种策略结果的分析以及对比。根据实验对比一下不同策略的结果，并

- 说出你的想法。3. 策略所使用的初始化环境（如股票池，交易成本等）。
4. 一些核心代码的粘贴（不是必须的）。最终把 report 写在自己的博客上，如知乎，CSDN 等等。

### 3.7 如何提交项目作业

登录 gitlab，然后 fork 一下 project1 项目到自己的 gitlab 账号中，之后在把相应的代码还有 readme 文件加进去，最后通过 `git add`, `git commit`, `git push` 到你自己的项目中。之后，我们的老师会打开每一个人的项目作业并查看作业结果。务必要把 project report 链接贴在 readme.txt 文件中。

## 参考文献

1. Big Quant: <https://bigquant.com/>
2. 果仁网: <https://guorn.com/>
3. Big Quant API 文档: <https://bigquant.com/doc/>
4. CVXOPT for QP: <https://cvxopt.org/userguide/coneprog.html#quadratic-programming>
5. 技术指标策略参考: <https://bigquant.com/community/t/topic/249>
6. QP 策略参考: <https://bigquant.com/community/t/topic/274>
7. Optimization Methods for Finance. [http://web.math.ku.dk/~rolf/CT\\_FinOpt.pdf](http://web.math.ku.dk/~rolf/CT_FinOpt.pdf)
8. Portfolio selection problems in practice: a comparison between linear and quadratic optimization models. <https://arxiv.org/pdf/1105.3594.pdf>