

用R语言进行投资组合管理

资本资产定价模型

张丹，《R的极客理想》作者



背景

- 投资是艺术也是科学。
- 伴随中国金融交易市场的跌宕起伏，风险越来越不确定，利率持续走低，理财等无风险资产收益持续下降的情况，唯有**投资组合**才能让我们的资产保值、增值。
- 根据资本资产定价模型(CAPM)，通过对金融数据的分析和建模，我们是可以在有效的市场中控制风险、稳定收益。

目录

- 故事开始
- 资本市场线
- 资本资产定价模型
- Beta VS Alpha
- 用R构建投资组合模型
- 总结

故事开始

- 1952年，Markowitz提出了资产组合理论，他认为最佳投资组合应当是，风险厌恶特征的投资者的**无差异曲线**和资产的**有效边界线**的交点。
- 1964年，William Sharp等人则在其基础上，将市场组合引入**均值-方差**模型，极大地简化了计算，认为获得了市场任意投资组合的**收益**与某个**共同因素**之间是有线性关系，最终将其发展为资本资产定价模型(Capital Asset Pricing Model, CAPM)。
- 核心思想：资产价格取决于其获得的风险价格补偿。
- 当风险一样时，会选择预期收益最高的资产；而预期收益一样时，会选择风险最低的资产。

假设条件

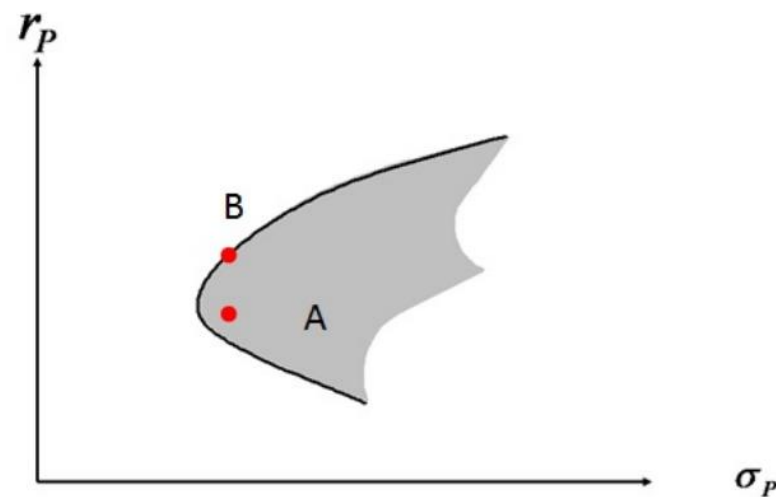
- 资产可以无限分割。
- 不存在交易成本和个人所得税。
- 可以无限卖空。
- 存在一种无风险利率，投资者在此利率水平下可以无限制地贷出和借入任意数额的资金。
- 投资者是价格接受者，市场是完全竞争的。
- 投资者通过比较资产的期望收益和方差来作出投资决策，他们都是理智的，在相同预期收益下会选择风险最小的资产。
- 投资者在相同的投资期限出作出决策，而市场信息是公开免费的，并及时获得。
- 投资者对市场中的经济变量有相同的预期，他们对任意资产的预期收益率、市场风险的看法是一致的。

目录

- 故事开始
- 资本市场线
- 资本资产定价模型
- Beta VS Alpha
- 用R构建投资组合模型
- 总结

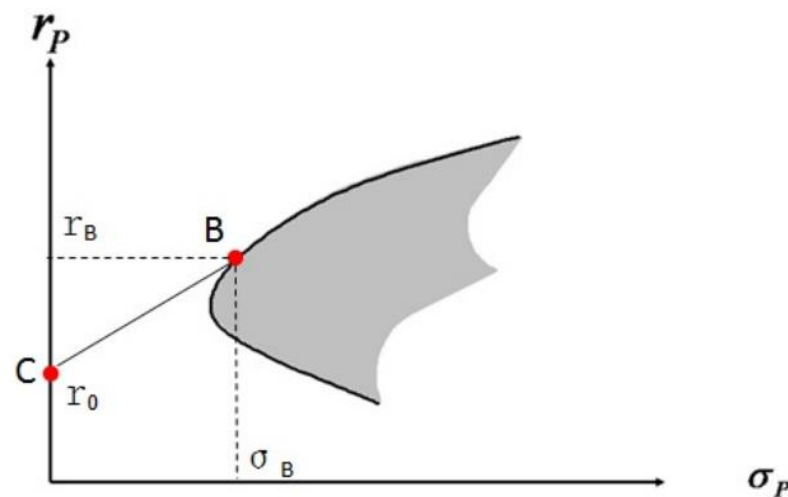
风险资产

- X轴为风险
- Y轴为收益率
- 灰色区域为可投资区域
- 黑色线为最优投资组合
- A,B为有风险的2个资产
- A,B具有相同的风险，但B的收益率更高。



风险资产 + 无风险资产

- X轴为风险
- Y轴为收益率
- 灰色区域为可投资区域
- 黑色线为最优投资组合
- C为无风险资产
- r_0 为无风险收益率
- B为风险资产

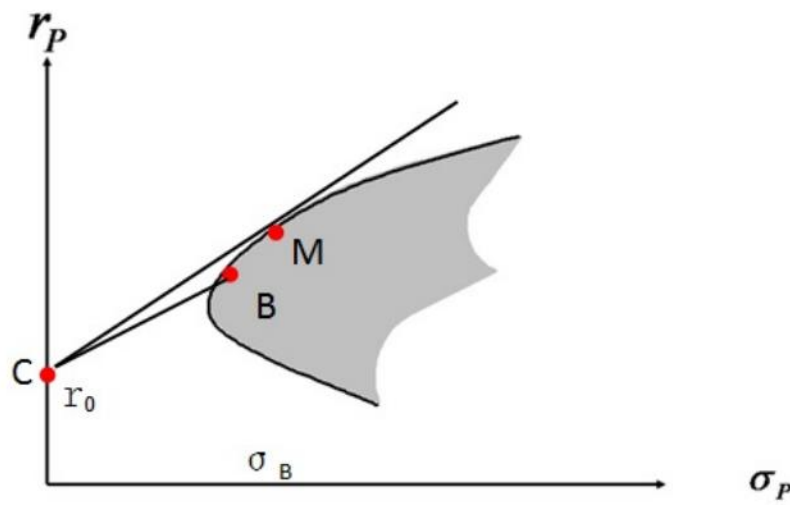


问题

- 有没有 **收益最大、风险最小** 的投资组合？

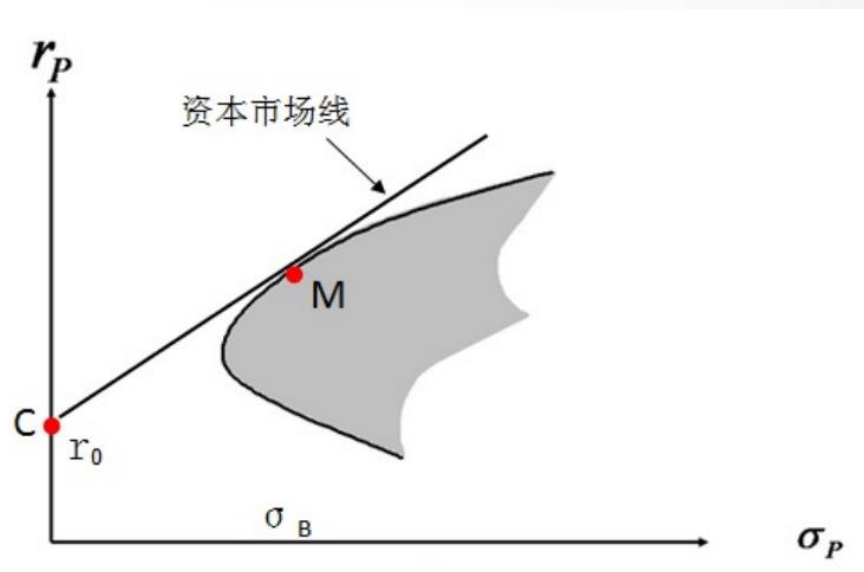
最优组合

- X轴为风险
- Y轴为收益率
- 灰色区域为可投资区域
- 黑色线为最优投资组合
- C为无风险资产
- r_0 为无风险收益率
- B,M为风险资产
- CM的切线与黑色线相切



资本市场线(CML)

- X轴为风险
- Y轴为收益率
- 灰色区域为可投资区域
- 黑色线为最优投资组合
- C为无风险资产
- r_0 为无风险收益率
- M为风险组合
- CM为资本市场线



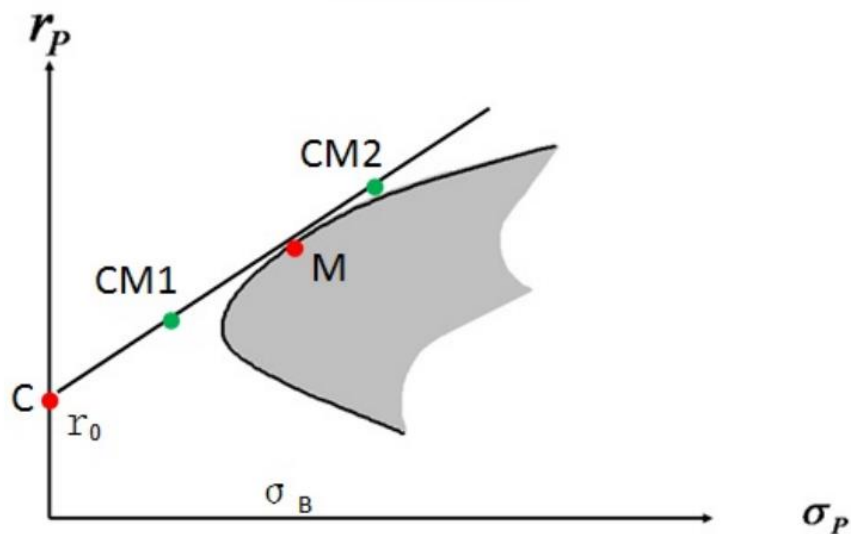
投资组合构建

- 风险厌恶者：

$$CM1 = 0.5C + 0.5M$$

- 风险激进者：

$$CM2 = -0.5C + 1.5M$$



单个资产风险溢价

- β 是用来衡量单个股票收益与市场收益的共同变化程度，通过协方差表示。
- $\beta_i = \text{Cov}(r_i, r_m) / \text{Var}(r_m) = \text{Cov}(r_i, r_m) / \sigma_m^2$
- 单个证券的风险溢价：
 - $E(r_i) - r_f = (\text{Cov}(r_i, r_m) / \sigma_m^2) * [E(r_m) - r_f]$
 - $= \beta_i * [E(r_m) - r_f]$
- 单个资产的风险溢价与市场投资组合M的风险溢价成正比。
- 市场投资组合与证券 β 系数也成正比。

目录

- 故事开始
- 资本市场线
- 资本资产定价模型
- Beta VS Alpha
- 用R构建投资组合模型
- 总结

资本资产定价模型

在上述假设条件下，可以推导出**CAPM**模型的具体形式：

$$E(r_i) - r_f = \beta_i (E(r_m) - r_f)$$

$$\beta_i = Cov(r_i, r_m) / Var(r_m) = \sigma_{im} / \sigma_m^2$$

- ❖ $E(r_i)$: 证券 i 的期望收益
- ❖ $E(r_m)$: 市场组合的期望收益
- ❖ r_f : 无风险资产的收益
- ❖ $\sigma_{im} = Cov(r_i, r_m)$: 证券 i 收益率和市场组合收益率的协方差
- ❖ $\sigma_m^2 = Var(r_m)$: 市场组合收益率的方差

二种风险

- **系统性风险**

系统风险就是外部因素引起的风险，比如：通货膨胀，GDP，重大政治事件，等等。这一类事件对于资产收益率的影响不能通过组合本身来消除的，所以，这一类风险对于投资者来说是**无法回避**的。

- **非系统性风险**

非系统的风险就是组合内部结构引起的风险，比如：A股与B股**高度相关**，但是，A股的收益率出现大幅波动的时候，B股也会出现相似幅度的波动，这样就会**增加整个组合的风险**；

反之，如果A与B为**负相关**，则A与B的波动就会**相互抵消**。

二部分收益

证券投资的收益可以分解为两部分，

- 一部分与市场**完全相关**，即beta收益。
- 一部分与市场**不相关**，即alpha收益。

beta可以称为这个投资组合的系统风险，beta收益相对容易获得，例如可以持有成本低廉的指数基金。

alpha收益，体现投资水平的策略收益。

alpha

股票的实际期望收益与正常期望收益之间的差，称为 α 。

- $E(r_i) - r_f = \alpha_i + \beta_i * [E(r_m) - r_f]$

比如：市场收益率为14%，股票 $\beta=1.2$ ，短期国债利率6%，某投资者认为这只股票的期望收益为17%，计算 α ？

$$\text{股票市场预期收益} = 6\% + 1.2 * (14 - 6)\% = 15.6\%$$

$$\alpha = 17\% - 15.6\% = 1.4\%$$

哪只基金，更值得买？

- 基金A的期望收益率12%，风险 $\beta=1$ ，基金B期望收益率13%， $\beta=1.5$ 。市场期望收益率11%， $r_0 = 5\%$ 。

解：

- $E(r_i) - r_0 = \beta_i * [E(r_m) - r_0] + \alpha$
- $\alpha = E(r_i) - r_0 - \beta_i * [E(r_m) - r_0]$
- $\alpha_A = 12 - 5 - 1 * [11 - 5] = 1\%$
- $\alpha_B = 13 - 5 - 1.5 * [11 - 5] = -1\%$

投资组合的计算

计算投资组合的风险

$$\beta_c = w_a * \beta_a + w_b * \beta_b$$

(w为权重)

投资组合包括无风险资产与2种风险资产时

$$r_c = (1-w_a-w_b)*r_f + w_a*r_a + w_b*r_b$$

$$r_c - r_f = w_a*(r_a - r_f) + w_b*(r_b - r_f)$$

预期收益率

$$E(r_c - r_f) = w_a[E(r_a) - r_f] + w_b[E(r_b) - r_f]$$

$$= (w_a * \beta_a + w_b * \beta_b)[E(r_m) - r_f]$$

投资组合的风险溢价为多少？

- 假定市场投资组合的风险溢价为8%，其标准差为22%。如果某一资产25%投资于通用汽车公司股票，75%投资于福特汽车公司股票。假定两支股票的值分别为1.2和1.6。

解：

- $\beta_p = 25\% * 1.2 + 75\% * 1.6 = 1.5$
- $E(r_p) - r_f = 1.5 * [E(r_m) - r_f] = 1.5 * 8\% = 12\%$

目录

- 故事开始
- 资本市场线
- 资本资产定价模型
- **Beta VS Alpha**
- 用R构建投资组合模型
- 总结

beta

- β 反映了单个证券与整体市场组合的联动性。
- $\beta > 1$ ，攻击性，市场上升时涨幅大。
- $\beta < 1$ ，防御性，市场下跌时跌幅小。
- $\beta = 1$ ，中立性，与市场波动一致。

alpha

- α 是平均实际回报和平均预期回报的差额。
- $\alpha > 0$ ，表示一基金或股票的价格可能被低估，建议买入。
- $\alpha < 0$ ，表示一基金或股票的价格可能被高估，建议卖空。
- $\alpha = 0$ ，表示一基金或股票的价格准确反映其内在价值，未被高估也未被低估。

目录

- 故事开始
- 资本市场线
- 资本资产定价模型
- Beta VS Alpha
- **用R构建投资组合模型**
- 总结

用R语言构建投资组合

Quantitative analysis package hierarchy

Application Area	R Package
Performance metrics and graphs	PerformanceAnalytics - Tools for performance and risk analysis
Portfolio optimization and quantitative trading strategies	PortfolioAnalytics - Portfolio analysis and optimization
	quantstrat - Rules-based trading system development
	blotter - Trading system accounting infrastructure
Data access and financial charting	quantmod - Quantitative financial modeling framework
	TTR - Technical trading rules
Time series objects	xts - Extensible time series
	zoo - Ordered observation

- R语言量化投资常用包总结
- <http://blog.fens.me/r-quant-packages/>

R语言程序

```
library(quantmod)
library(PerformanceAnalytics)
```

```
# 下载股票
getSymbols(c('IBM','GE','YHOO','GSPC'), from = '2010-01-01')
```

```
# K线图
barChart(IBM)
barChart(GE)
barChart(YHOO)
barChart(GSPC)
```

```
> table.stats(dat_ret)
Observations      IBM      GE      YHOO      SP500
1737.0000 1737.0000 1737.0000 1737.0000
```

```
# 改列名
names(IBM)<-c("open","high","low")
names(GE)<-c("open","high","low")
names(YHOO)<-c("open","high","low")
names(GSPC)<-c("open","high","low")
```

```
# 数据合并
head(IBM);head(GE);head(GSPC)
dat=merge(IBM$adjusted,GE$adjusted)
names(dat)<-c('IBM','GE','YHOO','GSPC')
head(dat)
```

```
# 计算每日收益率
IBM_ret=dailyReturn(IBM)
GE_ret=dailyReturn(GE)
YHOO_ret=dailyReturn(YHOO)
SP500_ret=dailyReturn(GSPC)
```

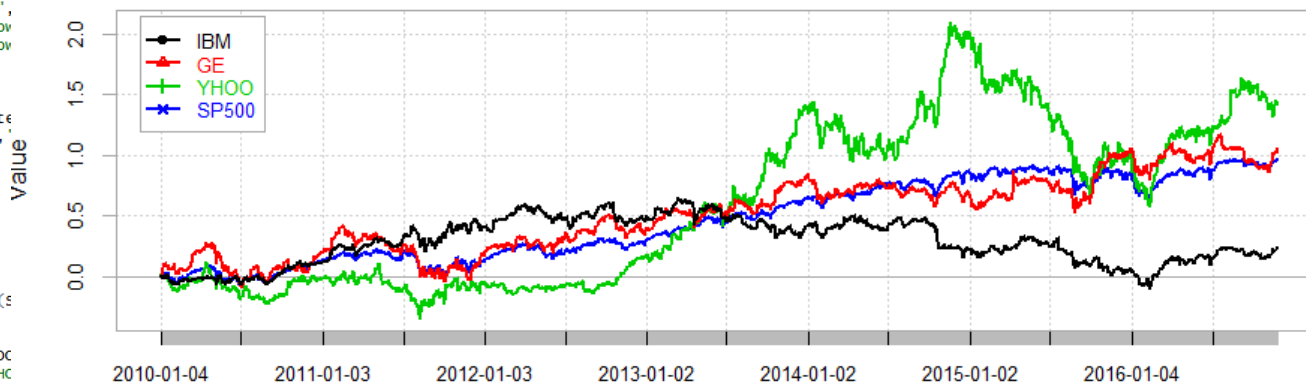
```
head(IBM_ret);head(GE_ret);head(YHOO_ret);head(SP500_ret)
```

```
# 数据合并
dat_ret=merge(IBM_ret,GE_ret,YHOO_ret,GSPC_ret)
names(dat_ret)<-c('IBM','GE','YHOO','GSPC')
head(dat_ret)
```

```
# 无风险收益率
Rf<-0.04/12
```

```
2010-01-06 0.0003455203
2010-01-07 0.0040012012
2010-01-08 0.0028817272
2010-01-11 0.0017467554
```

Total Returns



R语言程序

- 程序运行！

总结

- 我毕业时是一名程序员，4年前我开始转金融，经历过创业的洗礼。
- 这个世界不缺少机会，只是缺少我们对知识的追求。
- R语言对我的影响和改变是非常大的，我认识R语言是非常好的一门语言，我会把推动R的发展，当成一项事业来做。
- 希望也能认识各位业界朋友，一起努力，把这份事业做下去！！

参考文章

- 用IT技术玩金融系列文章
- <http://blog.fens.me/series-it-finance/>
- R语言量化投资常用包总结
- <http://blog.fens.me/r-quant-packages/>
- R语言为量化而生
- <http://blog.fens.me/r-finance/>

作者介绍

《R的极客理想》系列图书作者



- 联系方式：
- Blog : <http://fens.me>
- Email: bsspirit@gmail.com
- QQ群: 383275651

- 即将出版

《R的极客理想-量化投资篇》

《R2 for Programmers Advanced Techniques》

《数据实战之美》 合著



Thank You!!