赵紫薇,王　静. 投资组合理论在风险管理中的应用——以苹果供应链价格风险为例[J]. 江苏农业科学,2014,42(5):381 - 384.

投资组合理论在风险管理中的应用
——以苹果供应链价格风险为例

赵紫薇, 王　静

(西北农林科技大学经济管理学院,陕西咸阳 712100)

摘要:在构建的苹果供应链终端环节运用投资组合理论,分别研究 Markowitz 均值方差模型和半方差模型对现有可供应资源优化配置后供应商所面临的收益和风险情况,并将 2 种模型的实证结果进行对比分析。结果表明:通过均值方差、半方差模型对资源合理配置可以有效分散苹果最终销售价格风险,达到降低苹果供应链价格风险的目的。均值方差模型能有效提高供应价格的稳定性,而半方差模型能更优地降低供应价格风险并具有更广泛的适用性。

关键词:苹果供应链;价格风险;投资组合;均值方差模型;半方差模型

中图分类号: F323.7　　**文献标志码**: A　　**文章编号**:1002 - 1302(2014)05 - 0381 - 04

陕西是著名的苹果生产大省,苹果面积产量品质全国第一,著名品牌有洛川苹果、白水苹果、富县苹果等。陕西生产的苹果 75% 以上销往省外和国外,其中销往外省的约占外销总量的 99.2%。陕西作为各地苹果市场的一个主要供应基地,以陕西苹果对外供应作为始端,在全国各地的市场上销售出去作为终端,形成了一个苹果供应链。国内外专家对这条供应链终端存在的风险及规避方法进行了研究,王艳丽构建了合适的投资组合模型,并运用在多元供应商中[1];刘国丰通过上证指数构造多个行业整个产业链组合[2];王性玉等利用 Markowitz 投资组合模型建立了使整个供应链的预期成本和成本偏差最小化的模型[3];卫海英等对均值方差模型和半方差模型对比分析,结果发现半方差模型有较高的应用效力标准[4-5];Ladd 发现,半方差模型抛开收益率正态分布的假设得到的投资风险和超额收益的精确值,更便于进行资产评估和择优[6];Hogan 等认为,降低方差值不能提高投资收益,因为收益曲线的右尾更长[7]。目前,关于运用投资组合理论规避供应链风险的研究很有限,且较为宽泛,在该研究中很少会对具体环节具体风险进行分析,而风险厘定控制停留在定性层面的研究较多,但数据支撑不足;半方差的研究和应用很少,且基本都应用于证券领域。因此,本研究锁定供应链风险中的价格风险,用投资组合理论来降低风险,尝试使用 Markowitz 均值方差模型和半方差模型来分散苹果供应链价格风险并进行实证研究。

收稿日期:2013 - 12 - 10

基金项目:教育部新世纪优秀人才支持计划(编号:NCET - 11 - 0443);国家自然科学基金(71373207)。

作者介绍:赵紫薇(1986—),女,陕西咸阳人,硕士研究生,研究方向为金融工程。E - mail:zhaoziwei101@163.com。

通信作者:王　静,教授,博士生导师,研究方向为金融工程与农业投资。E - mail:wj66xyx@126.com。

1　研究思路和研究方法

1.1　研究思路

陕西苹果在各地区任何一个市场零售的过程中,供应商

建立多功能农业生态补偿机制,发挥农业促进收入增长和生态保护等多功能作用,建立财政专项基金扶持农业多功能开发,引导农民重视农业的生态功能,避免过量使用化肥造成耕地质量下降,建立耕地可持续利用的长效机制。

提高农业规模效率,不仅要加强优势农产品区域布局和优势农产品产业带建设,更要重视农业生产专业化、市场化和产业化水平的提高,围绕优势农业深化农业生产经营的分工,提高生产的组织化程度,完善农业社会化服务体系,提高生产效率。

参考文献:

[1]石　慧,王怀明,孟令杰. 要素累积、全要素生产率与中国农业增长地区差异[J]. 农业技术经济,2009(3):17 - 26.

[2]Jin S Q,Huang J K,Hu R F,et al. The creation and spread of technology and total factor productivity in China's agriculture[J]. American Journal of Agricultural Economics,2002,84:1 - 30.

[3]Rozelle S,黄季焜. 中国的农村经济与通向现代工业国之路[J]. 经济学季刊,2005(3):1019 - 1042.

[4]米建伟,梁　勤,马　骅. 我国农业全要素生产率的变化及其与公共投资的关系——基于 1984—2002 年分省份面板数据的实证分析[J]. 农业技术经济,2009(3):4 - 16.

[5]余建斌,李大胜. 中国农业生产的技术效率及其影响因素分析[J]. 统计与决策,2008(14):83 - 86.

[6]车维汉,杨　荣. 技术效率、技术进步与中国农业全要素生产率的提高——基于国际比较的实证分析[J]. 财经研究,2010(3):113 - 123.

[7]方福前,张艳丽. 中国农业全要素生产率的变化及其影响因素分析——基于 1991—2008 年 Malmquist 指数方法[J]. 经济理论与经济管理,2010(9):5 - 12.

[8]朱　喜,史清华,盖庆恩. 要素配置扭曲与农业全要素生产率[J]. 经济研究,2011(5):86 - 98.

[9]Barro R J,Lee J W. International comparisons of educational attainment[J]. Journal of Monetary Economics,1993,32 (3):363 - 394.

在向特定地区供应苹果时会面临“价格随机上升或下降”的风险。市场上的销售价格虽很大程度由供应商所给的批发价格决定，但同时销售价格反过来对供给价格有直接的影响和反馈。所以，从整体上看，市场的最终销售价格风险一定程度上也就是供应商所面临的价格风险，即整个苹果供应链条终端销售环节的风险。

本研究以陕西苹果运往全国不同地区销售作为整个供应链的终端环节，欲通过投资组合理论对运出的苹果资源在不同地区进行不同比例的合理配置，降低终端销售环节价格风险，分别运用均值方差、半方差模型来实现。

1.2　研究方法

1.2.1　均值方差模型　该模型揭示了不确定条件下投资者如何通过对风险资产进行组合建立有效前沿，通过分散投资来降低风险的内在机理。投资者进行决策时总希望尽可能降低风险，因此在满足预期收益的情况下，通过下面模型来进行证券组合投资决策：

$$\min\sigma_P^2 = w^{\mathrm{T}}\Omega w = \sum_{i=1}^{n} w_i^2\sigma_i^2 + \sum_{i=1}^{n}\sum_{\substack{i=1\\ j\neq 1}}^{n} w_i w_j \sigma_{ij}$$

$$\text{s.t.}\begin{cases} w^{\mathrm{T}} I = 1 \\ E(r_P) = w^{\mathrm{T}}\bar{r} = \mu \end{cases},\qquad(1)$$

其中：$E(r_P)$ 是投资组合的期望收益率，$\bar{r} = [E(r_1), E(r_2), \cdots, E(r_n)]^{\mathrm{T}}$ 表示 n 个证券的期望收益率向量，σ_P^2 是投资组合收益率的期望方差，$w = (w_1, w_2, \cdots, w_n)^{\mathrm{T}}$ 表示 n 个证券的投资比例向量，$\sigma_{ij} = \mathrm{Cov}(r_i, r_j)$ 表示证券 i 与证券 j 的协方差，$\Omega = (\sigma_{ij})_{n\times n}$ 表示 n 个证券收益率之间的期望协方差矩阵。

1.2.2　半方差模型　半方差风险计量模型是指在一定目标收益率下，只有小于目标收益率才被作为风险的计算因子。设 r_e 为目标期望收益率，r_i 为现实的收益率，m 为按某一确定的时间单位把投资期分成的时间段的个数，m_1 为 m 个时间段中现实收益率低于期望收益率的时间段个数；sv 为基于投资期望的风险半方差。

令：

$$u_i = (r_e - r_i)^+ = \begin{cases} r_e - r_i & r_e \geq r_i \\ 0, & r_e < r_i \end{cases},\qquad(2)$$

$$sv = \frac{\sum_{i=1}^{m_1} u_i^2}{m_1} \times \frac{m_1}{m} = \frac{\sum_{i=1}^{m} u_i^2}{m}。\qquad(3)$$

在进行组合优化决策时，由于单只股票的半方差值无法像方差那样直接相加，采取把整个投资组合看成 1 只股票，首先计算出投资组合在各个时点上的投资收益率，然后再计算组合的半方差值，其计算过程如下：

设有 n 只股票 $x_1, x_2, \cdots, x_n$，其历史收益率分别为 $r_{1i}, r_{21}, \cdots, r_{ni}$，其中 $i = 1, 2, \cdots, m$。m 为按某一确定时间单位把投资期分成的时间段，各只股票投资权重为 $w_1, w_2, \cdots, w_n$，则投资组合在各个时期的收益率分别为：$r_i = \sum_{j=1}^{n} w_j r_{ji}$，将其代入上述半方差计算公式(2)和(3)即可算得组合的半方差值。

由于组合半方差值越小，代表的投资组合的风险就越小，故半方差的组合优化模型为：

$$\min sv = \sum_{i=1}^{m} u_i^2 / m,$$

$$\text{s.t.} \sum_{j=1}^{n} w_j E(r_j) \geq r_e ; \sum_{j=1}^{n} w_j = 1 ; w_j \geq 0。\qquad(4)$$

其中：$E(r_j)$ 为 r_j 的数学期望。

在此基础上，引入风险收益抵换率（$rrtr$），即一项投资活动中的可能超额收益与可能的风险的比率，风险投资者尽量以少的风险搏取多的超额收益为：

$$rrtr = (sv+)/(sv-),\qquad(5)$$

其中：$sv- = \dfrac{\sum_{i=1}^{m} u_i^2}{m}$，$sv+ = \dfrac{\sum_{i=1}^{m}(r_e - r_i)^2 - \sum_{i=1}^{m} u_i^2}{m}$。

2　数据说明与实证分析

2.1　数据说明

本研究选择在与陕西地理位置相对较近、苹果进行供应较为方便且物价水平相当、城市间苹果价格水平不会有太大差异的地区进行。根据《城市生活与物价年鉴》中 2010—2011 年共 24 期（24 个月）城市月度苹果价格数据，最终选择西安、西宁、成都这 3 个城市的苹果价格数据作为代表性样本。由于供应过程中的成本数据难以取得，而价格的高低在一定程度上代表收益的高低，所以笔者用最终价格数据作为模型中的收益进行实证分析。通过模型计算出在这 3 个地区如何分配现有供应量，提高整个供应链资源分配效率，降低终端价格风险，又能在降低风险的同时提高供应商的收益。并通过比较 2 种模型实证结果来分析 2 种模型运用的各自优势、试用性以及局限性。

2.2　实证结果与分析

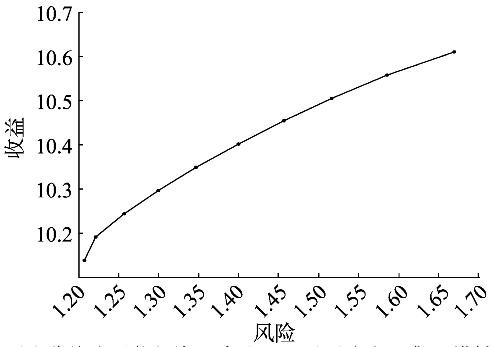
2.2.1　均值方差模型实证分析　运用 SPSS 对西安、西宁、成都 3 组价格数据进行 Kolmogorov－Smirnova 检验和 Shapiro－Wilk 检验，结果发现 3 组数据皆服从正态分布。为方便起见，把西安、西宁、成都这 3 组价格数据分别记为组 1、组 2、组 3，通过计算得出其期望收益，分别为 $E(r_1) = 10.6$，$E(r_2) = 9.99$，$E(r_3) = 10.35$，其对应的方差为 $\sigma_1^2 = 2.79$，$\sigma_2^2 = 1.72$，$\sigma_3^2 = 1.99$，用 SPSS 求得其协方差矩阵。通过均值方差模型求得其最小方差（1.46），即全局最小方差，这个值明显小于任何一组的方差值，风险分散效果显著，相对应的收益为 10.14，权重为 $w_1 = 0$，$w_2 = 0.59$，$w_3 = 0.41$。通过 MATLAB 编程计算不同分配比例下的组合风险水平和收益，并绘出图形（表 1、图 1）。

表 1　基于均值－方差的最优投资组合结果

w_1	w_2	w_3	$E(r_P)$	σ_P^2
0.00	0.59	0.41	10.14	1.46
0.00	0.44	0.56	10.19	1.49
0.07	0.34	0.59	10.24	1.58
0.17	0.27	0.55	10.30	1.69
0.28	0.21	0.52	10.35	1.81
0.38	0.14	0.48	10.40	1.96
0.49	0.07	0.45	10.45	2.12
0.60	0.00	0.40	10.51	2.30
0.80	0.00	0.20	10.56	2.51
1.00	0.00	0.00	10.61	2.79

2.2.2　半方差模型实证分析及与均值方差模型结果的对比分析结果

2.2.2.1　用半方差模型计算最优投资组合　在未知的情况



图中曲线为最优投资组合边界也是最小方差集。横轴对应的风险以标准差衡量，在这条曲线上不同的收益水平都对应的是最小风险

图1 基于均值-方差的投资组合有效边界

下分别求目标函数 min($sv-$) 和 max($sv+/sv-$)，求得权重，从而再求得其他值。运用 Excel 规划求解，结果见表 2。

由表 2 可知，由半方差模型求得的组合收益、风险收益抵换率明显较高，尤其是在风险收益抵换率最大时求得的组合收益。但是，半方差模型的 *var* 变大，虽然以半方差衡量的实际风险变小，但是方差代表的整个数据的集中程度变小。由此可见，半方差模型计算的组合可以大大提高供应商的最终收益，虽然总体上面临的价格浮动更为分散，但是向下的价格浮动可能性并不大，主要是向上的价格浮动，这个对于供应商来说其实是想要的结果，尤其是在最大化 $sv+/sv-$ 求得的组合收益相较方差最小的组合收益有大幅的上升，而实际的价格风险 $sv-$ 却只有小幅度的提升。采取这种权重去分配资源，供应链的效率应该会更高。

表2 基于半方差的最优投资组合结果

目标函数	w_1	w_2	w_3	r_e	$sv+/sv-$	$sv+$	$sv-$	*var*
min($sv-$)	0.00	0.42	0.58	10.20	0.80	0.64	0.80	1.50
max($sv+/sv-$)	0.31	0.00	0.69	10.43	1.09	1.04	0.96	2.09
min*var*	0.00	0.59	0.41	10.14	0.71	0.58	0.82	1.46

注：*var* 代表均值方差模型下计算的组合方差。

2.2.2.2 一定收益下的最优投资组合 以均值方差最优投资组合边界上的收益作为固定值，在半方差模型中规划求解，得到 min($sv-$)（表 3）。

表3 一定收益下均值方差模型和半方差模型最优投资组合结果

组合	均值方差模型参数								半方差模型参数						
	r_2	w_1	w_2	w_3	$sv+$	$sv-$	$sv+/sv-$	*var*	w_1	w_2	w_3	$sv+$	$sv-$	$sv+/sv-$	*var*
1	10.14	0.00	0.59	0.41	0.58	0.82	0.71	1.46	0.00	0.59	0.41	0.58	0.82	0.71	1.46
2	10.19	0.00	0.44	0.56	0.63	0.80	0.78	1.49	0.00	0.44	0.56	0.63	0.80	0.78	1.49
3	10.24	0.07	0.34	0.59	0.69	0.82	0.84	1.58	0.00	0.30	0.70	0.71	0.81	0.88	1.59
4	10.30	0.17	0.27	0.55	0.76	0.86	0.89	1.69	0.06	0.19	0.75	0.80	0.84	0.95	1.72
5	10.35	0.28	0.21	0.52	0.84	0.90	0.93	1.81	0.16	0.12	0.72	0.89	0.88	1.00	1.85
6	10.40	0.38	0.14	0.48	0.93	0.95	0.98	1.96	0.26	0.05	0.70	0.98	0.93	1.06	1.99
7	10.45	0.49	0.07	0.45	1.03	1.00	1.04	2.12	0.40	0.00	0.60	1.07	0.98	1.09	2.14
8	10.51	0.60	0.00	0.40	1.15	1.06	1.09	2.30	0.60	0.00	0.40	1.15	1.06	1.09	2.30
9	10.56	0.80	0.00	0.20	1.25	1.16	1.08	2.51	0.80	0.00	0.20	1.25	1.16	1.08	2.51
10	10.61	1.00	0.00	0.00	1.39	1.28	1.09	2.79	1.00	0.00	0.00	1.39	1.28	1.09	2.79

从表 3 可以发现，要实现某个固定收益，在半方差模型下按照风险最小求得组合的下半方差和均值方差模型最优组合的下半方差总体接近，即供应链的最终收益一定的情形下，无论按照哪个模型，真正的风险部分都不会有大的变化，也就是所谓的风险与收益并存（高收益、高风险，低收益、低风险）。但是，由此可以发现半方差模型下最优组合的上半方差明显高于均值方差最优组合的上半方差，这个实际代表价格升高的可能幅度，对于供应商来说是好的可能性。供应商选择这样的组合虽说预期收益没有什么变化，但收益增加的可能性实则提高。通过 *var* 比对半方差模型下最优组合的方差提高，通过前面分析可知这部分主要是来自上半方差，整体的波动变大而已。

从表 3 还可以发现，2 个模型在组合 3、4、5、6、7 时结果出现差异，组合 1、2、8、9、10 结果没有变化。出现这种现象的原因是组合 1、2 位于最优投资边界弹头上半部分的左端，这里的组合方差都是最小的，因为本身风险已经很小，所以无论怎样组合风险都不能再小，半方差优化下结果也不会有变化。最优组合边界上从组合 1 到组合 10 风险弹性（收益波动比）逐渐变小，后面的组合是效率相对较低的组合，可以认为组合 8、9、10 是低效的，收益近乎达到最大，所以半方差优化的结果也不会有变化。供应商要是十分规避价格风险最大程度地降低价格风险，无论用哪种模型，他的选择都是组合 1 或者组合 2，当然最低的风险也伴随最低的预期收益。整个供应链最终收益虽然不高，但是稳定性好，风险降低。当然组合 8、9、10 虽然有很高的预期收益，但是以这样的权重分配供往各地资源的效率会较低，供应链面临的价格风险也会大大提高。供应商要达到组合 3、4、5、6、7 对应的预期收益，可以根据不同的目标按不同的模型规划资源分配的比例。使用半方差模型优化结果可以提高价格向上浮动的可能性、可能的超额收益与可能的风险的比率以及供应链效益。而均值方差模型优化结果供应商面临的价格整体波动性降低，提高了供应链的稳定度。

2.2.2.3　一定风险下的最优投资组合　在半方差模型下以均值方差模型中最优组合的 $sv-$ 作为固定值，求得 $\max r_e$（表 4）。

表 4　一定风险下均值方差模型和半方差模型最优投资组合结果

组合	均值方差模型参数								半方差模型参数							
	$sv-$	r_e	w_1	w_2	w_3	$sv+$	$sv+/sv-$	var	$sv-$	r_e	w_1	w_2	w_3	$sv+$	$sv+/sv-$	var
1	0.82	10.14	0.00	0.59	0.41	0.58	0.71	1.46	10.26	0.00	0.25	0.75	0.75	0.82	0.91	1.63
2	0.80	10.19	0.00	0.44	0.56	0.63	0.78	1.49	10.21	0.00	0.39	0.61	0.65	0.80	0.81	1.52
3	0.82	10.24	0.07	0.34	0.59	0.69	0.84	1.58	10.27	0.00	0.24	0.76	0.03	0.82	0.04	1.65
4	0.86	10.30	0.17	0.27	0.55	0.76	0.89	1.69	10.32	0.10	0.16	0.74	0.83	0.86	0.97	1.76
5	0.90	10.35	0.28	0.21	0.52	0.84	0.93	1.81	10.37	0.19	0.09	0.71	0.92	0.90	1.02	1.90
6	0.95	10.40	0.38	0.14	0.48	0.93	0.98	1.96	10.42	0.29	0.02	0.69	1.02	0.95	1.08	2.05
7	1.00	10.45	0.49	0.07	0.45	1.03	1.04	2.12	10.47	0.45	0.00	0.55	1.08	1.00	1.09	2.17
8	1.06	10.51	0.60	0.00	0.40	1.15	1.09	2.30	10.51	0.60	0.00	0.40	1.15	1.06	1.09	2.30
9	1.16	10.56	0.80	0.00	0.20	1.25	1.08	2.51	10.56	0.80	0.00	0.20	1.25	1.16	1.08	2.51
10	1.28	10.61	1.00	0.00	0.00	1.39	1.09	2.79	10.61	1.00	0.00	0.00	1.39	1.28	1.09	2.79

从表 4 中可以发现，在以均值方差模型优化组合的下半方差为固定值，在半方差模型中求得收益最大的优化组合预期收益可以有比较明显的提高，同时 $sv+$ 增大，自然 $rrtr$ 显著提高，var 也增大，当然 var 增大是因为 $sv+$ 部分的增大。在半方差模型的优化下，实则就是以更大的向上风险换取更高的预期收益。

这样供应商可以在最小的实际风险下，以半方差模型实现更高预期收益的分配比例，这样的分配使得面临的价格下降的可能性最低，但是价格上升的可能性大大上升，实现可能的更高收入，大大提高供应链的整体效率。当然这样的选择则同时面临着价格的整体波动性增大，但是这种价格的上升可能是供应商想要的。

从表 4 中还可以发现，组合 8、9、10 在 2 个模型下的优化结果相同，通过半方差模型并不能实现更高的预期收益，这 3 个组合在最优投资组合边界的上方，收益已经最大，所以没有办法使其更大。而组合 1、2 由于位于最优投资组合边界的最左方，风险是最小的同时收益也是最小的，所以通过半方差模型优化可明显提高其组合收益。所以，供应商选择靠前组合的比例去分配时，在面临最小的价格下降风险时，能实现相对更大的预期收益，且该模型下的整个供应链效率比均值方差模型的优化结果高。

3　结论

通过以上实证分析结果可知，供应商可以通过在不同的地区按一定比例分配供应量来减少供应价格风险，提高预期收益、供应链效率和稳定度。通过这 2 种模型计算的优化组合都有显著降低苹果销售价格风险的作用。将 2 种方法的实证结果进行详细比对分析，结果发现这 2 个模型各有不同的特点和优势：(1) 均值方差模型通过降低方差来提高整个组合收益的稳定度，但以价格下降的风险作为真正的风险的话，这样并不是真的降低了风险，往往是降低了收益，违背了供应商的理性期望；且该模型的收益率有呈正态分布的假定，现实情况很多并不符合，局限了模型运用的可行性。均值方差模型规划的前提是价格波动最小，这对市场和销售者是有利的。价格的不断升高不但对经济不利，对消费者来说也是一种负担，长期以往产品市场也会不健康。(2) 半方差模型则在实证分析中显示了很多的优势，在无正态分布假定下，可以把任何收益分布特点地区纳入分析范围，符合供应商心理，分散价格风险，最大程度地提高了预期收益，引入风险收益抵换率这一指标，单位风险的回报率是投资决策的最佳决定因素，是提高把握风险能力的一种崭新工具。

本研究使用的苹果数据受年鉴中数据量的限制，不能充分体现价格的波动特点，且各城市 2011 年的苹果价格相对于 2010 年有 1 个总体的提高趋势，但是笔者并未对价格的提高部分作一定处理。农业供应链终端供应环节较复杂，运往各地成本不一，用最终市场价格作为供应商收益的实证分析有局限性。基于各地市场特点不同、市场的变化，市场需求不确定性也很大程度上决定着供应量，因此在各地实行不同资源分配比例实施起来有一定难度。但是，投资组合理论提供了一种通过对供应链上苹果资源的配置来降低价格风险的具体方法，实证分析结果表明其可行性，对投资组合理论在供应链风险分散的研究具有重要参考意义，也为降低农产品供应链价格风险提高效率提供了一种有效方法和思路。

参考文献：

[1] 王艳丽. 组合管理思想在规避供应链采购风险中的应用研究[D]. 天津：天津大学，2008.

[2] 刘国丰. 基于产业链的投资组合策略研究[D]. 上海：上海交通大学，2010.

[3] 王性玉，姚　远. 供应链风险管理的两个优化模型[J]. 经济管理，2008，30(23/24)：137－143.

[4] 卫海英，张国胜. 基于半方差风险计量模型的组合投资分析[J]. 财经研究，2005，31(1)：115－122.

[5] 彭志胜，曹　泽. 半方差模型在组合优化中的应用效力比较[J]. 合肥学院学报：自然科学版，2005，15(3)：17－20.

[6] Ladd K. Is it time to reconsider the semivariance again? [J]. American Business Review，2000，18：19－21.

[7] Hogan W W，Warren J M. Toward the development of an equilibrium capita－market model based onsemivariance[J]. Journal of Financial and Quantitative Analysis，1974，9：1－11.