

高等院校统计学精品课教材系列

# 金融统计学

徐国祥 主编



格致出版社  
上海人民出版社

高等院校统计学精品课教材系列

# 金融统计学

徐国祥 主编

格致出版社  
上海人民出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

金融统计学 / 徐国祥主编. — 上海: 格致出版社: 上海人民出版社, 2009

(高等院校统计学精品课教材系列)

ISBN 978-7-5432-1680-8

I. 金… II. 徐… III. 金融-经济统计-高等学校-教材 IV. F830.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 187021 号

丛书策划 谷 雨  
责任编辑 谷 雨  
装帧设计 钱宇辰

---

高等院校统计学精品课教材系列

**金融统计学**

徐国祥 主编

---

出版 世纪出版集团 格致出版社  
www.ewen.cc www.hibooks.cn  
上海人民出版社  
(200001 上海福建中路193号24层)



编辑部热线 021-63914988

市场部热线 021-63914081

发行 世纪出版集团发行中心  
印刷 上海市印刷七厂有限公司  
开本 787×1092 毫米 1/16  
印张 22.5  
插页 1  
字数 458,000  
版次 2009年12月第1版  
印次 2009年12月第1次印刷  
ISBN 978-7-5432-1680-8/F·224  
定价 36.00 元

## 作者简介

徐国祥，男，经济学博士，上海财经大学应用统计研究中心主任、教授、博士生导师，曾任上海财经大学统计学系系主任。先后荣获财政部跨世纪学科带头人、上海市曙光学者和曙光跟踪学者、上海市优秀青年教师、国家统计局全国优秀统计教师、宝钢教育基金理事会全国优秀教师、教育部“新世纪优秀人才支持计划”入选者、“上海市模范教师”等称号。兼任中国统计学会常务理事、国家统计局全国统计教材编审委员会委员和统计科研成果奖评审委员会委员、上海市统计学会副会长、中证指数有限公司专家委员会委员、上海证券交易所指数专家委员会委员等职。

徐国祥教授主持并承担国家级项目4项、省部级项目12项、横向课题20多项。在国内外学术刊物上发表论文50多篇，出版教材及专著20余部，获得省部级教学科研奖励12项。

# 高等院校统计学精品课教材编委会

## 主任

徐国祥 上海财经大学教授、博导

## 委员(以姓氏笔画排列)

王振龙 西安财经学院教授  
史代敏 西南财经大学教授、博导  
艾春荣 上海财经大学统计系教授、博导  
美国佛罗里达大学教授  
刘建平 暨南大学教授、博导  
刘洪 中南财经政法大学教授  
向书坚 中南财经政法大学教授、博导  
纪宏 首都经济贸易大学教授、博导  
许鹏 湖南大学教授  
余思勤 上海海事大学教授  
李宝瑜 山西财经大学教授、博导  
李金昌 浙江工商大学教授、博导  
杨灿 厦门大学教授、博导  
肖红叶 天津财经大学教授、博导  
苏卫华 浙江工商大学教授、博导  
邱东 中央财经大学教授、博导  
庞皓 西南财经大学教授、博导  
林洪 广东商学院教授  
罗良清 江西财经大学教授  
金勇进 中国人民大学教授、博导  
贺铿 中央财经大学教授、博导  
袁卫 中国人民大学教授、博导  
曾五一 厦门大学教授、博导  
蒋萍 东北财经大学教授、博导  
谢邦昌 台湾辅仁大学统计咨询系教授、博导  
韩兆州 暨南大学教授、博导  
雷钦礼 暨南大学教授、博导

# 前 言

金融是现代经济的核心,是国民经济极其重要的组成部分。对金融现实问题进行统计定量和实证研究,以解决我国金融中的现实问题和难点问题,是我们撰写本教材的出发点和归属点。

本书按照我国金融体系的运行现状和特点,运用各种统计方法对我国金融中的理论问题和现实问题作了翔实的分析和研究。主要阐述货币市场和资本市场统计、有价证券的价值分析、通货膨胀的统计、外债监测统计指标体系、证券价格指数体系、证券投资组合研究、VaR 模型及其实证分析、金融高频数据及其实证分析、金融风险预警指标体系及其预警方法等。

本书具有以下几个方面的特色:

(1) 本书的撰写方式是问题带方法。具体地说,就是先提出金融中的现实问题,然后利用统计方法和统计数据对其做实证研究。这种撰写方式具有很大的难度。一是要求对金融理论和实务有深刻的理解,即所谓的定性分析能力。二是要求对各种统计方法及其各种方法的特点和适用场合有深刻的把握。相对而言,方法带问题的撰写方式比较容易,只需在阐述统计方法的基础上加上一个应用的例子即可。但是,为了从解决金融现实问题出发,同时有利于培养学生的实际能力和对统计方法的综合运用水平,我们选择了问题带方法这一撰写方式。

(2) 本书带有浓厚的实证金融统计学的色彩。在本书中,我们利用各种统计数据 and 大量的统计方法及其各类方法的综合应用,给出了大量的对我国金融现实问题的实证分析,并提出了许多可供操作的政策数量界限,为政府管理层制定政策和金融投资者作出决策提供了科学依据。

(3) 本书融金融理论和统计理论于一体,强调定性分析和定量分析相结合,理论分析和实证分析相结合,总量分析和结构分析相结合,是一本具有理论意义和现实意义的尝试之作。

(4) 本书旨在构建一个适合大学金融学专业和统计学专业学生所必须

具备的理论体系和知识结构,因此我们在撰写时,力求把问题和方法做到有机的、富有逻辑的组合安排,使其编排顺序清楚,条理清晰,结构严谨。

(5) 为了便于教师教学,有利于将学生带进该学科的前沿领域,我们参考了大量国内外文献,在有关章节中,给出了前人研究成果的综述和评价。在十分注重对现实问题阐述的同时,吸收了国内外最新的且已经被作者实证后证明在我国适用的新方法。

本书由上海财经大学应用统计研究中心主任、统计学系教授、博士生导师徐国祥主编并主笔,负责全书整体框架的设计及其全书的修改、总纂和定稿。参加撰写的人员有:吴泽智、于颖、李宇海、余明元、金登贵、项燕霞、李虢、杨振建、姚琦、戴国鑫。

本书得到了“上海市重点学科建设项目”(项目编号:B803)、上海财经大学“211工程”三期项目以及上海财经大学应用统计研究中心的资助。本书在编写过程中,参考了大量国内外相关的教材、著作以及论文等文献,主要的参考文献列于书后,在此表示感谢!如有遗漏,万望谅解!由于我们的水平有限,书中难免有不尽如人意之处,恳切希望广大教师和读者提出宝贵意见。

徐国祥

2009年10月

# 目 录

<b>第 1 章 金融统计理论和方法综述</b>	1
第一节 金融与金融体系	1
第二节 金融统计的内容与方法	2
本章小结	10
思考与练习	11
<b>第 2 章 货币市场与资本市场统计分析</b>	12
第一节 货币市场与资本市场概述	12
第二节 资本市场与货币政策的相互影响	18
第三节 我国资本市场与货币政策的协整关系	22
本章小结	39
思考与练习	39
<b>第 3 章 有价证券的价值分析</b>	41
第一节 影响股票价格的因素分析	41
第二节 股票价格的计量模型	45
第三节 债券的投资价值分析和债券收益率分析	50
第四节 投资基金的价值分析	58
第五节 其他投资基金的价值分析	59
第六节 市盈率分析	63
本章小结	64
思考与练习	65
<b>第 4 章 通货膨胀统计理论及其方法</b>	67
第一节 通货膨胀概述	68
第二节 我国通货膨胀的成因及其实证分析	73
第三节 通货膨胀与经济增长之间的关系	76
第四节 我国通货膨胀形成原因的实证分析	80
第五节 对治理通货膨胀的几点建议	95



本章小结	97
思考与练习	98
<b>第5章 外债监测统计指标理论体系</b>	99
第一节 外债统计的概念和作用	99
第二节 外债监测统计指标体系及其分析	103
本章小结	114
思考与练习	114
<b>第6章 证券市场价格指数理论体系</b>	115
第一节 股票价格指数体系	115
第二节 债券价格指数	136
本章小结	154
思考与练习	155
<b>第7章 证券投资组合理论与方法</b>	157
第一节 马柯维茨的证券组合理论	157
第二节 证券组合分析的简化模型	193
本章小结	219
思考与练习	220
<b>第8章 VaR 模型及其实证分析</b>	225
第一节 VaR 方法产生的背景及历史沿革	225
第二节 VaR 概述	231
第三节 VaR 模型的计算方法	235
第四节 VaR 模型的事后检验	247
第五节 VaR 的实证分析	250
本章小结	264
思考与练习	265
<b>第9章 金融高频数据</b>	266
第一节 金融高频数据分析的现状与问题	266
第二节 我国证券市场高频数据的分布特性	273
第三节 高频数据的自回归条件期间模型及其实证分析	283
本章小结	301

思考与练习	303
<b>第 10 章 金融风险预警指标体系及预警方法</b>	<b>304</b>
第一节 金融风险的内涵及金融危机的成因	304
第二节 国内外金融风险预警指标体系评价	307
第三节 金融风险预警方法评价	311
第四节 建立我国的金融预警系统	316
第五节 我国金融风险预警指标体系的确立	320
第六节 建立五灯显示预警系统	328
本章小结	333
思考与练习	334
<b>思考与练习参考答案</b>	<b>335</b>
<b>主要参考文献</b>	<b>349</b>

# 金融统计理论和方法综述

## 第一节 金融与金融体系

### 一、货币、信用、金融

货币流通是在商品流通过程中产生的货币运动形式。信用是商品买卖的延期付款或货币的借贷。当货币流通与信用活动紧密结合在一起时,金融这一概念就形成了。金融是货币流通和信用活动的总称。

### 二、金融体系

金融体系包括金融制度、金融机构、金融工具、金融市场及金融调控机制五个方面。

#### (一) 金融制度

金融制度包括货币制度、汇率制度、信用制度、银行制度、金融机构制度、利率制度、金融市场制度,以及支付清算制度、金融监管制度和其他。这个制度系统,涉及金融活动的各个方面和各个环节,体现为有关的国家成文法和非成文法,政府法规、规章、条例,以及行业公约、约定俗成的惯例,等等。制度问题的核心在于其是否与总体经济模式及其资源配置和运行调节方式相适应。相适应的金融制度是推进经济发展的强有力的积极因素,落后的金融制度则会阻碍经济发展,并必将被新的制度所取代。

#### (二) 金融机构

金融机构是国民经济机构部门分类的重要组成部分。金融机构通常被分为银行和非银行金融机构两大类。银行金融机构包括中央银行和存款机构。非银行金融机构包

括保险公司和其他金融机构。

### （三）金融工具

金融工具一般解释为信用关系的书面证明、债权债务的契约文书等。具体内容包括传统的商业票据、银行票据,以及期货、期权等各种金融衍生工具的标准合约。金融工具常常被称作金融产品或金融商品,可以在金融市场上进行交易,是金融活动的载体。它们的数量、种类、特性是一个国家金融发展水平的基本标志。在金融统计中,金融工具是以金融资产和金融负债具体体现的。金融资产和金融负债是根据其流动性做进一步分类的。

### （四）金融市场

金融市场是金融工具发行和流转的场所。现代电子技术在金融领域的广泛运用和大量无形市场的出现,使许多人倾向于将金融市场理解为金融商品供求关系或交易活动的总和。金融市场发达与否也是一国金融发达程度及制度选择取向的重要标志。金融市场进一步分类包括货币市场、资本市场、外汇市场以及衍生性金融工具市场。这些市场的最重要参与者是金融机构,其价格信号由利率、汇率及指数构成。在金融市场上,资金总是流向收益较高同时又比较安全的领域。但是高收益与安全性常常对立,一般规律总是高收益率与高风险并存,低风险则难有高收益。正是这种矛盾促使市场参与者在金融活动中不断提高效率并产生创新冲动。

### （五）金融调控机制

金融调控机制是指政府在遵守市场规律的基础上,对市场体系所进行的政策性调节的机制。一般由三部分内容构成:(1)决策执行机构,这是调控得以落实的组织保证。多数国家是由中央银行来承担。(2)长期起作用的金融法令法规,这是实施调控的制度性内容。(3)货币政策,这是针对调节任务所进行的政策设计及采取的措施。<sup>①</sup>

## 第二节 金融统计的内容与方法

### 一、金融统计的概念

金融统计是运用统计学理论和方法,对金融活动内容进行分类、量化、数据搜集和整理,以及进行描述和分析,反映金融活动的规律性或揭示其基本数量关系,为金融制度的设计和理论研究,以及金融调控机制的实施提供客观和科学的依据。

金融统计研究就是捕捉重要的现实金融问题,运用科学的统计方法和相关数据来描述和分析影响现实金融问题的影响因素,揭示其基本的数量关系,为制定决策提供可供操作的政策上的数量界限。

<sup>①</sup> 赵彦云:《金融统计分析》,中国金融出版社2000年版。

## 二、金融统计的内容

金融统计的内容包括金融工具统计和金融市场统计,其中,金融统计指标是金融统计分析的基础。从金融统计体系的内容来看,包括货币供应量统计、信贷收支统计、现金收支统计、对外金融统计、保险统计、资金流量统计等。

为了解决金融当中的现实问题,这里我们主要研讨货币市场和资本市场统计、有价证券的价值分析、通货膨胀的统计研究、外债监测统计指标体系研究、证券市场价格指数体系、证券投资组合研究、VaR 测定方法和连接函数的应用研究、金融高频数据研究、金融风险预警指标体系及其实证研究等。

## 三、金融统计的研究方法

### (一) 金融风险计量方法研究

自 20 世纪 70 年代以来,随着利率、汇率波动的加剧,金融业管制的放松和金融自由化的发展,市场风险已经和信用风险一起成为现代金融风险管理的的重要内容。近些年来,巴林银行、长期资本管理公司等因市场风险而倒闭,使得金融机构和监管部门日益重视对市场风险的管理。

为体现风险管理的科学性,市场风险管理多采用定量分析技术,大量运用数理统计模型来识别、度量和监测风险。1952 年 Markowitz 提出以证券投资收益率方差计量风险的指标,创立了著名的 Markowitz 模型,开创了量化计量风险的先河。之后,1964 年 Sharpe 提出了著名的  $\beta$  值理论,用来度量单个证券投资的系统风险,并在此基础上形成了资本资产定价模型(CAPM)。这两种理论自提出到 20 世纪 80 年代成熟,成为证券投资风险计量的两种基本理论,在实际中得到了广泛应用。然而,随着研究的不断深入,人们发现这两大理论体系存在着几个无法回避的重大缺陷。

第一,研究表明, $\beta$  值与收益率之间并不存在如 Sharpe 所描述的那种明确的正相关关系,投资者承担较高的投资风险不一定获得较高的投资利润,同时还有证券市场线在解释风险与收益的关系时,实质上是无效的。这说明  $\beta$  值并不能准确衡量风险。

第二,Markowitz 的均值一方差理论假设每种证券的收益率都服从正态分布,但这在实际中是很难满足的。人们发现在金融市场中存在大量的非高斯分布的情况(如尖峰肥尾分布),在此分布下,用方差衡量风险是不合适的。

第三,用均值一方差方法测量风险,人为地要求正负偏差之间是对称的,但实际上,投资者和管理者对于均值以上和均值以下偏差的看法具有明显的非对称性。还有在刻画各变量之间的关系时,使用的多元正态分布模型是对称的,不能反映变量之间的不对称关系。这一切说明,用方差计量风险是不准确的。

由于这两种理论的深刻影响,所以新的风险计量方法大部分是在放宽模型条件的基础上得到的。首先,针对证券投资收益率不服从正态分布的假设,人们根据非线性分形理

论,提出了用 Hurst 指数计量风险的方法。其次,为了克服风险事后计量的不足,有学者根据信息论的观点,提出了风险计量的信息熵理论。最后,根据只有收益的损失部分才作为风险因子计入风险中,提出了下方风险理论。由于下方风险反映了风险的本质特征,因此,金融领域内,开发新的风险计量技术主要集中在下方风险方法,特别是下偏矩方法的研究。然而,由于下偏矩统计量计算上的困难,在实际中并没有得到推广应用。

目前, VaR 方法是最流行的市场风险计量方法,已经成为金融机构和基金公司管理的重要工具之一。它的含义是风险资产在给定的置信区间和持有期内,在正常市场条件下的最大期望损失,是下方风险方法的一种。在求单个风险资产和多个风险资产的 VaR 时,都需要知道它们的分布函数,通常该方法都事先假定风险资产服从正态分布,但是金融市场中不少数据,往往是肥尾分布,正态分布的假定是不正确的。在计算单个风险资产的 VaR 时,已经有很多种方法了,单个变量分布的建模也很成熟。

在金融投资领域,风险永远是关注的焦点。传统的风险度量只是主观意义上的判断。直到 1952 年 Markowitz 的现代投资组合管理理论的出现,才改变了长期以来对风险的主观判断。自 Markowitz(1952)提出以投资收益率的方差计量风险之后,许多学者从不同方面对投资风险的计量进行研究,相继出现了多种风险计量理论与测度方法,如  $\beta$  值法、Hurst 指数方法、下偏矩方法、VaR 方法等,虽然这些方法都存在不同的缺陷,但它们的出现对风险的认识和计量都起了重要的作用。

#### 1. Markowitz 的方差类风险计量方法

以投资收益率的方差(或标准差)及其等价物作为风险计量指标, Markowitz (1952)提出了现代投资组合的均值—方差理论,该理论把投资收益的不确定性视为投资风险,以方差(或标准差)来度量这种不确定性。在此基础上,认为理性的投资者总是追求在一定风险下获取最大收益或在一定收益下承受最小风险。通过二次规划模型,可实现投资组合中金融资产的最佳配置。模型为:

$$\begin{aligned} \min s_p^2 &= X^T Q X \\ \text{s. t. } &\begin{cases} X^T R = R_0 \\ F^T X = 1, X_i \geq 0 (\text{不允许卖空}) \quad i = 1, 2, \dots, m \\ F^T X = 1 (\text{允许卖空}) \end{cases} \end{aligned} \quad (1-1)$$

其中,  $s_p^2$  为投资组合收益率的方差,  $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$  为投资者所选的  $m$  种金融资产的比例系数向量,  $Q = (s_{ij})_{m \times m}$  为  $m$  种资产收益率的协方差,  $R = (r_1, r_2, \dots, r_m)^T$  为  $m$  种资产预期收益率的期望值向量,  $F = (1, 1, \dots, 1)^T$  为元素为 1 的单位向量,  $R_0$  是投资组合的期望收益率。

现代投资组合的均值—方差理论第一次形成了以期望收益来衡量收益和以方差(或标准差)来衡量风险的风险分析基本框架,使金融资产的收益和风险有了明确的定义。Markowitz 将强有力的数理统计方法引入到了资产组合选择的研究之中,为现代

风险量化分析和管理模型的迅速发展奠定了基础。虽然这种理论的观点已被广泛接受,但是许多学者认为用收益率的方差作为风险计量的指标并不恰当。如方差计量风险的一个条件是投资收益率及联合分布是正态的,但 Fama、Friedman 和 Laibson 等人对美国证券市场投资收益率分布的研究,表明投资收益率并不服从正态分布。由于不少金融数据往往是肥尾分布,它们的方差是不存在的,有时可能连期望都不存在,这样就不可能用方差来度量风险。

## 2. Sharpe 的 $\beta$ 值风险计量方法

$\beta$  值(也称  $\beta$  系数)是资本资产定价模型(CAPM)中计量风险的一种指标。该模型是在 Markowitz 的均值-一方差模型基础上提出的,是目前金融经济学中的一个重要理论,开创了现代资产定价理论的先河。Sharpe 提出如下市场模型:

$$R_{it} = a_i + b_i R_{it} + e_{it} \quad (1-2)$$

其中,  $R_{it}$  为证券  $i$  在时期  $t$  的回报;  $R_{it}$  为市场证券组合(市场指数)在时期  $t$  的回报;  $b_i$  为证券  $i$  的回报相对于市场指数回报的测度;  $e_{it}$  为时期  $t$  的随机误差;  $a_i$  为常数回报。

假设  $E(e_{it}) = 0$ , 市场指数与随机误差不相关,由(1-2)式可得:

$$b_i = \text{cov}(R_i, R_I) / s_I^2 \quad (1-3)$$

$$s_i^2 = b_i^2 s_I^2 + s_a^2 \quad (1-4)$$

这里,  $\text{cov}(R_i, R_I)$  表示证券  $i$  回报与市场指数回报之间的协方差;  $s_I^2$  为  $R_I$  的方差; (1-4) 式中,  $b_i^2 s_I^2$  称为系统风险,  $s_a^2$  为非系统性风险。非系统性风险可以通过分散投资的方法减少,而系统性风险是不能用分散投资方法消除的,它是由市场偏差产生的,因此,一个资产  $i$  贡献给证券组合的风险是它的系统性风险。由于一定时期内  $s_i^2$  是一个常数,因此使用  $b_i$  更方便。

由此可见,  $b_i$  是市场风险的一种测度,是个别资产相对于市场证券组合风险程度的比较结果。资产的  $\beta$  值越大,风险就越大;反之,风险越小。

尽管  $\beta$  值作为风险计量指标,得到了广泛的使用,但是  $\beta$  值也是根据方差和协方差的计算来计量投资风险,因此方差类方法存在的问题,  $\beta$  值方法也存在。

## 3. 下偏矩风险计量方法

由于用方差计量风险存在许多弊端,长期以来,人们不断努力寻找新的风险计量方法,使其既能具备理论的完美性,又能符合投资者真实心理感受。下偏矩  $LMP_q$  (Lower Partial Moments) 方法就是人们所寻找的一种新方法,它是下方风险 (Downside Risk) 方法的一种,意思是只有收益分布的左尾部分才被作为风险衡量的计算因子。在既定目标下,用  $LMP_q$  计量一个离散分布投资收益率序列的风险可表示为:

$$LMP_q = \sum_{R_p = -\infty}^h P_p (h - R_p)^q \quad (1-5)$$

其中  $P_p$  是证券组合收益  $R_p$  发生的概率,  $h$  为目标收益率,  $q (= 0, 1, 2)$  为某种“矩”的类型,  $q$  取不同的值, 反映了  $LMP_q$  的不同含义。

风险的下偏矩计量方法将损失作为风险的计量因子, 反映了投资者对风险的真实心理感受, 符合行为科学的原理。而且从资源配置效率看, 该计量方法优于方差方法。尽管下偏矩计量方法比较好, 但是也有它的不足, 该方法考虑的只是风险的某些侧面, 是一种事前风险的事后估计方法, 而且对下方风险的刻画并不精细。此外, 与方差方法相比, 它的计算要复杂得多。

#### 4. 基于 Hurst 指数的风险计量方法

设  $e_u$  为某一时间序列,  $M_n$  为  $n$  个期间  $e_u$  的平均值,  $S$  为  $e_u$  序列的标准差,  $X_{i, n}$  为  $n$  个期间的积累离差, 即:

$$X_{i, n} = \sum_{u=1}^i (e_u - M_n) \quad (1-6)$$

则极差为:

$$R = \max(X_{i, n}) - \min(X_{i, n}) \quad (1-7)$$

重标极差为(1-7)式的极差除以原来观测值的标准差。为此, 下列关系成立:  $R/S$  为重标极差,  $n$  为观测次数,  $\alpha$  为常数,  $H$  为 Hurst 指数。

$$R/S = (\alpha n)^H \quad (1-8)$$

$H$  值越大, 趋势越明显, 表明风险越小; 反之,  $H$  值越接近于 0, 风险越大,  $H$  值度量了时间序列参差不齐的程度, 进而度量了证券投资风险的大小。该方法用  $H$  值度量风险, 是一种全新的思路, 突破了传统的线性分析范式。但亦有它的不足之处,  $H$  值并没有反映损失程度的大小, 而且仍属于事后风险计量。

#### 5. VaR 风险计量方法

VaR(Value at Risk)是 1993 年 J. P. Morgan, G30 集团在考察衍生产品的基础上提出的一种新的风险计量方法。VaR 的基本含义是: 风险资产在给定的置信区间和持有期内, 在正常市场条件下的最大期望损失。VaR 的一般描述如下:

设某一证券组合价值的概率分布密度为  $f(w)$ , 给定置信水平  $c$ ,  $w_0$  为风险资产的初值,  $r$  为持有期间  $t$  上的收益率,  $w^*$  为置信水平  $c$  上的资产最低价值, 则:

$$\text{VaR} = E(w) - w^* \quad (1-9)$$

其中,  $w = w_0(1+r)$ , 而  $w^*$  则由下式求得:

$$c = \int_{w^*}^{\infty} f(w)dw \quad \text{或} \quad 1-c = \int_{-\infty}^{w^*} f(w)dw = p(w \leq w^*) = p \quad (1-10)$$

当证券组合收益率的分布为正态分布时, 风险的 VaR 测度等同于风险的方差测度。



VaR的计算方法主要有三种,分别为方差-协方差法(Variance-Covariance Approach)、历史模拟法(Historical Simulation Method)和蒙特卡罗模拟法(Monte Carlo Simulation)。

方差-协方差法假定风险因子未来收益服从特定的分布(通常是正态分布),先通过历史数据分析和估计该风险因子收益分布的参数值,如方差、相关系数等。然后利用风险因子正态分布的性质,根据(1-10)式得出整个投资组合收益分布的 VaR,即:

$$\text{VaR}_\alpha = k(\alpha)s_p = k(\alpha)\sqrt{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_i x_j r_{ij} s_i s_j} \quad (1-11)$$

其中, $s_p$ 为整个投资组合收益的标准差; $s_i, s_j$ 为风险因子*i*和*j*的标准差; $r_{ij}$ 为风险因子*i*和*j*的相关系数; $x_i$ 和 $x_j$ 为整个投资组合中风险因子*i*和*j*所占的比例, $k(\alpha)$ 是 $\alpha$ 对应的分位数。

方差-协方差法的一个明显缺陷是它只反映了风险因子对整个组合价值的一阶线性影响,而对非线性的关系,如期权的 Gamma 和债券的凸性并没有考虑进去。因此,该方法是一个只考虑风险因子对组合价值的一阶线性影响而不考虑非线性影响的估值模型。

历史模拟法是以历史可以在未来重复自身为假设前提,直接根据风险因子收益的历史数据来模拟风险因子收益的未来变化。在这种方法下,VaR直接取自于投资组合收益的历史分布,而组合收益的历史分布又来自于将组合中每一金融工具的市场价值表示为风险因子收益的函数。因此,风险因子收益的历史数据是该 VaR 模型的主要数据来源。正是因为这个原因,风险因子的历史收益本身已经全面包含了风险因子之间的相互关联的关系,该模型并不需要估算因子之间的相关系数或协方差,也不需要组合收益分布或风险因子的分布做出特别的假定,可以全面反映风险因子和组合价值各种关系,包括线性的。

历史模拟法的一个重要缺陷就是 VaR 的估计值对所选用的历史样本期间比较敏感。为数不多的几个极端值就决定了 VaR 值,在不同的样本期限中,这些极端值可能变化较大,因而使 VaR 值变化也较大。例如,在模型的样本空间中是否选入 1997 年亚洲金融危机期间有关外汇市场或股票市场的数据对以亚洲金融市场为管理对象的 VaR 模型的预测值有非常大的影响。

蒙特卡罗模拟法是通过计算所预期的变量在历史上的均值、方差、相关系数等统计特征,并根据这些特征运用随机数生成器产生符合这些特征的数据,构成所假设的情形,模拟出大量的资产组合收益数值,再从中推出 VaR。蒙特卡罗模拟法是一种随机的模拟方法,必须依靠计算机的辅助运算才能完成。

VaR 计量风险具有简洁的含义和直观的价值判断,使得资产组合的风险能够具体化为一个可以与收益相配比的数字,从而有利于经营管理目标的实现。我们可以