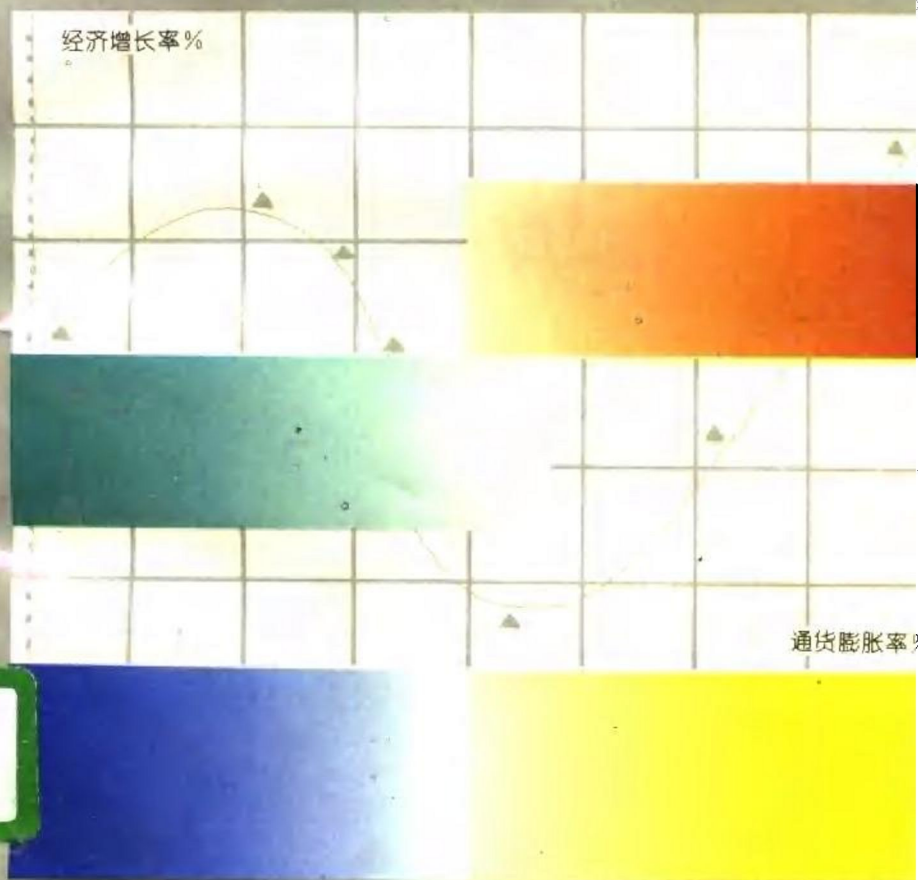


模糊金融数学

王忠彬 方春树 著



中国审计出版社

97
F830
146

X4497/22

模糊金融数学

(江西省自然科学基金资助项目)

王忠郴 方春树 著

中国审计出版社

C

407486

图书在版编目(GIP)数据

模糊金融数学/王忠彬等著

—北京:中国审计出版社,1996.10

ISBN 7-80064-531-2

I. 模糊金融数学

II. 王忠彬

III. 金融—模糊经济学

IV. F830

中国版本图书馆 GIP 数据核字 996)第 15089 号

模糊金融数学

王忠彬等著

出版发行 中国审计出版社

社址 北京海淀区白石桥路甲 4 号

邮编:100086

印刷 江西财经大学印刷厂

经销 各地新华书店

开本 850×1168 1/32

字数 190 千字

印张 7

印数 1—2000

版次 1996 年 10 月第 1 版 1996 年 10 月第 1 次印刷

书号 ISBN 7-80064-531-2/F·363

定价 11.00 元

序

自然科学与社会科学的交叉融合是当今时代的大趋势。进入 21 世纪后,这一趋势将会更加强劲。

在我国从 80 年代发展起来的经济数学,到 90 年代出现的金融数学,标志着数学在经济科学和社会科学中的推广应用而产生新兴的交叉科学又到了一个阶段。金融比经济更复杂,它随着社会经济和商品货币关系的发展而发展,同时又对社会经济的发展起重要的促进和推动作用。由于国际金融的发展,整个世界的经济活动也就更紧密地联系在一起了。金融活动中复杂的数量关系与数量变化的规律,需要运用与经典数学的精确方法不同的新的数学方法来加以描述和研究。60 年代中期发展起来的模糊数学方法就是这样一种新的方法和工具。

模糊数学在精确的经典数学与充满了模糊性的现实世界之间架起了一座桥梁,它引进了模糊集的概念和隶属函数的计算方法,使模糊现象的分布规律有一个相对精确的表述。由于金融活动

中存在着大量的不确定性,模糊性就是一个常见的不确定性,所以模糊数学及其方法在金融工作和金融研究中就大有用武之地了。

摆在我们面前的这本《模糊金融数学》,是王忠郴同志等在江西省自然科学基金资助下取得的一项重大研究成果。他们把模糊数学引入金融科学,使模糊金融数学这门新学科得以产生。从各篇章的内容看,本书与以数学为主体、经济为客体的一般经济数学书籍不同,是以金融业务为主线而以模糊数学方法为分析工具来撰写的。这种写法更易于为金融界人士所接受和喜爱,也就更能加速模糊数学向金融科学的渗透。

当然,金融活动在不断发展,日益复杂化,而模糊数学的理论正在不断完善,模糊数学的应用范围也正在不断扩大,因此,模糊金融数学也需要在教学研究的基础上不断充实、不断提高。我衷心祈盼包括模糊金融数学在内的整个金融数学的迅速发展。

乌家培
一九九六年元旦

目 录

序

绪论:不兼容原理是模糊金融数学的基石	(1)
--------------------------	-----

第一编 模糊金融数学的方法论基础

第一章 模糊集

§ 1—1 模糊集与模糊度	(14)
§ 1—2 模糊数与区间数	(22)
§ 1—3 隶属函数的确定	(28)
§ 1—4 模糊识别的 F—集方法	(33)
§ 1—5 凸模糊集简介	(36)

第二章 模糊关系

§ 2—1 模糊关系与模糊矩阵	(39)
§ 2—2 模糊等价关系与近似关系	(44)
§ 2—3 模糊聚类分析	(46)

第三章 模糊综合评判

§ 3—1 模糊变换概念	(55)
§ 3—2 基于模糊线性变换的综合评判	(56)
§ 3—3 模糊关系方程	(61)
§ 3—4 基于模糊积分的综合评判简介	(68)

第四章 扩展原理简介

§ 4—1 扩展原理及分解定理	(77)
§ 4—2 广义 F—集	(81)

第二编 金融业务中的模糊数学方法

第五章 储蓄

- § 5—1 宏观储蓄预测的模糊回归分析方法 (86)
- § 5—2 微观储蓄网点设置的模糊控制图 (94)
- § 5—3 结束语 (99)

第六章 信贷

- § 6—1 模糊综合评判在信贷资金监测预警中的应用
..... (102)
- § 6—2 信贷项目最优排序系统与模糊分析 (110)
- § 6—3 结束语 (125)

第七章 利率

- § 7—1 模糊贷款需求曲线 (127)
- § 7—2 模糊储蓄曲线 (131)
- § 7—3 适度均衡利率的模糊平衡法 (136)

第八章 保险

- § 8—1 目前在寿险计算中存在的若干问题 (140)
- § 8—2 寿险费率适度性检验的模糊聚类分析方法
..... (142)
- § 8—3 与年龄层模糊性有关的自然缴付计算方法
..... (147)

第九章 投资项目评估与决策

- § 9—1 投资项目经济效益综合评估的模糊多元统计模型
..... (150)
- § 9—2 投资项目最优分配决策的模糊递推方程 (158)

第十章 证券与股市行情

§ 10—1 股票技术分析图形的模糊识别方法 (163)

§ 10—2 证券信用评级模糊分析法 (166)

§ 10—3 股市行情的模糊趋势分析 (169)

§ 10—4 证券投资风险预测的模糊分析方法 (176)

第十一章 国民经济管理中的模糊投入产出方法

§ 11—1 价值型态投入产出表的模糊化 (185)

§ 11—2 模糊分析用于控制最终需求、总产值和新创价值
..... (189)

第三编 模糊金融数学应用政策研究

第十二章 选择较优资产组合的模糊集方法

§ 12—1 马柯维兹资产组合模型分析 (193)

§ 12—2 资产组合模糊集的方法及步骤 (194)

第十三章 社会总资金的有效配置

§ 13—1 社会总资金有效配置的重要性与必要性 ... (198)

§ 13—2 社会总资金有效配置中的模糊认知图分析.....
..... (199)

第十四章 我国较高经济增长率与较低通货膨胀率双重目标研究

§ 14—1 对通货膨胀与经济增长之间的关系分析.....
..... (209)

§ 14—2 较高经济增长率与较低通货膨胀率的模糊区域图
..... (211)

后记..... (215)

绪论：**不兼容原理是模糊金融数学奠基石** ——论建立模糊金融数学的必然性与重要性

现代金融体系是一个极其广泛的经济业务范畴,它的形成和拓展经历了一个漫长的历史过程。早在原始社会后期,人类的经济生活中就有了货币,到了资本主义社会前期,汇兑业务已有相当规模的发展,到十二世纪末叶银行业在欧洲意大利等国相继产生,资本主义银行已成为社会经济活动的中心,有关金融科学也日臻系统和成熟,马克思曾精辟地指出资本主义银行制度是资本主义生产方式最精巧和最完善的产物。今天社会主义历史阶段的银行及金融学说,更显示出重要作用,已成为管理和研究社会资金活动的枢纽,联结和分析国民经济各部门的桥梁和纽带,社会主义国家银行已经作为全国金融和融通资金的组织机构,成为国民经济中的一个综合部门,并起着国民经济的调节器作用。

众所周知,任何社会经济现象都具有质和量的特征。人们在金融科学发展的历史进程中,愈来愈感到除了对金融现象进行定性分析外还需要通过一定的数量形式来认识各种金融现象,特别是当今金融组织的业务活动已经渗透到人们经济生活的多个层次与具体领域,经营着与商品紧密相联的一切货币、信用媒介业务,社会再生产、交换、分配和消费环节中所有的经济活动几乎都必然与金融密切关联,因而人们渴望探索上述种种金融现象中的内在数量规律,对金融现象进行定量分析,以便更好地运用信贷、利率、价格和税收等经济杠杆,管好用好资金、提高资金效益,促进经济发展。随着科学技术的进步,各种经济学科相应改变了过去那种各自独立研究的状态,除早期进入金融科学的经典微积分,线性代数

外,一些新的学科和理论,如系统论、信息论、控制论、计算机科学等也相继进入了金融理论领域和金融实务中,进一步丰富了金融科学的内容,使金融科学在量的分析方面逐步精密化,为研究客观金融现象的内在数量规律增添了新的途径。

金融数学就是在描述各种金融现象内在数量规律基础上逐步产生、丰富和发展起来的。它应用经典数学方法对金融现象进行定量分析,主要包括银行预测和决策方法、证券计算和货币时间价值研究等。拿银行预测来说,又细分为宏观和微观储蓄预测方法、宏观和微观信贷预测方法、大数法则与科学保险的关系及保险费率、险种的预算等等。至今金融学中涉及的数学知识一般是时间序列分析、决策树分析、统计模型和概率论预测等经典数学理论和方法。例如为计算客户储蓄存款的本利而采用了等差数列,为进行理论的宏观储蓄预测模型研究采用了多元线性回归等。显然,这些数学方法的采用大大深化了金融科学。

今天人们在金融运行的复杂系统中运用经典数学方法,试图从数量上精确地探讨银行资金的构成及其运动规律,很准确地确定信贷收支平衡,非常清楚地掌握股市行情等,但没有如所祈望的那样带来令人十分满意的结果,人们对所采用的数学精确性愈来愈感到不够完善,表明现有的数学方法并不完全适合金融运行的复杂系统。人们在金融科学研究中,感觉到不少问题,譬如,如何“较合理”地制定利率、建立资金分配的“优化”模型,信贷总量的“最适”控制等许多实际问题一直没有得到“满意”的答案,因为有的是外延或内涵不清,有的是某些特定条件和环境未能具备,也有的是高度理想化,应用这些模型或规律时,必须充分考虑到理论推导时所假设的特定条件和理想环境,而这些特定条件和理想环境大多超越了实际情况,回避了金融系统中固有的模糊性和人们对金融现象反映过程中所产生的模糊性。事实上,金融系统中存在着大量没有确切外延的模糊性概念,如通货膨胀、货币供应量的“多

少”、存款和贷款利率的“高低”、银根紧张、信贷资金分配的“优劣”状况等都含有一定的模糊性,正是这种模糊性对采用经典数学方法确切掌握资金构成及其运动规律,非常准确地确定货币供应量和利率等带来了困难。

但是人们对新工具和新方法的需求是永无止境的。金融科学研究的现状导致人们研究方法的更新,同时也迫切需要揭示出传统数学方法应用于金融学的缺陷,剖析现有金融数学不能确切描述金融规律及现象的弊端。

模糊数学创始人、美国加利福尼亚大学查德(L. A. Zadeh)教授 1965 年划时代地提出了模糊集(Fuzzy Set)的概念,为研究金融系统中固有的模糊性奠定了理论基础。1973 年,L. A. Zadeh 教授进一步指出:“当一个系统复杂性增大时,我们使它精确化的能力将减低,在达到一定的阈值时,复杂性和精确性将相互排斥。”这就是著名的“不兼容原理”。它深刻地说明了对一个复杂金融系统中现象的描述与判断,很难用非常确切的数学来表征,也就是说,当一个系统的复杂性增加时,我们将其精确的能力和对其行为的具体描述能力将随之减弱。“不兼容原理”尖锐地指出了当前金融科学中的基本矛盾就是复杂性与精确性之间的矛盾,现有的数学工具难以跨越充满着精确性的经典数学和大量存在模糊性的复杂金融系统之间的鸿沟,因而要求人们在准确与简明之间、复杂与精确之间架起一座桥梁,以适应对具有模糊性现象的金融问题的研究。建立在模糊集合论基础上的模糊数学,是一门崭新的用以研究和处理模糊现象的数学学科,它的创立能使一些界线模糊的复杂金融现象得到较为切合实际的数学描述,即得到具有适当精度的结论,从而能较好地处理沿用传统思维方法难以解释的客观现象和难以解决的实际问题,这样,人们就在研究金融现象内在规律方面从运用经典数学发展到运用模糊数学,从精确发展到模糊,因而模糊金融数学应运而生,它标志着人们研究客观金融现象数量规

律的能力提高到了一个新的高度。

毫无疑问,L. A. Zadeh 教授提出的“不兼容原理”应是模糊金融数学的奠基石,它给人们提供了认识客观金融现象的一种全新的思维方式和计量方法。模糊金融数学是实行现代模糊数学方法与现代金融理论的有机结合,研究带有模糊性或不分明的金融活动内在规律的经济学科,是金融数学的扩展和深化,当属金融数学的范围。目前金融数学尚处在产生和萌发之中。模糊金融数学首先运用模糊数学理论和方法对储蓄、信贷、利率、保险、投资项目评估、股票与股市行情等金融业务中的模糊现象进行全面审视和规范,建立起储蓄预测模糊线性回归模型、信贷项目模糊综合评判模型、信贷项目模糊优选模型、项目投资分配问题中的模糊递推方程以及股市行情短期模糊预测等许多新概念、新方法。例如,金融数学中研究宏观储蓄预测模型,大都采用传统线性回归模型方法,其中影响存款额的季节因素、利率因素、物价因素等会导致储户各种心理状况的变化,因而是一些带有模糊性的因素,即它们对存款额带来的影响并非或有或无两种情况,还需考虑它们的许多中间状态并纳入回归模型中才是客观的,这样运用模糊线性回归模型进行存款预测必将带来更可靠的结果;其次模糊金融数学进一步研究当前我国金融界的某些热点话题,例如社会总资金的有效配置、通货膨胀率适度性、较优资产的组合,较高经济增长率与较低通货膨胀率双重目标研究等内含的模糊性现象进行定量分析并使之清晰化。

概括起来,模糊金融数学的内容主要由三部分构成:模糊金融数学方法论基础、金融业务中的模糊数学方法和模糊金融数学应用政策研究。

在复杂的经济社会系统与充满着精确性的数学之间运用模糊数学方法,研究具有模糊性的微观和宏观金融现象是贯穿模糊金融数学的一条主线,也是它的核心。另外,模糊金融数学注意研究

人们的心理因素在复杂金融活动及其价值判断中的不可忽视的作用,因此可以说,模糊金融数学在研究方法上有两个显著特点:一个是既有宏观总量分析也有单个经济单位的金融行为分析;另一个是规范研究方法 with 实证研究方法相结合,既有科学推理又有经验分析。

模糊金融数学的目的主要有三个。首先可以对含有模糊性现象的金融关系作出恰当的定量分析,即给出有恰当精确度的数量描述;其次利用金融和模糊数学理论、模糊数学方法和现代计算手段,对含有模糊性或不分明金融现象的发展前景预先作出推测,为金融决策提供具有一定可靠度的科学依据;最后模糊金融数学应用政策、方案评价,通过模糊优选理论及其方法,对不同的可行金融政策、方案进行比较和选择,从而作出较合理的排序,以达到提高金融政策、方案可行性和资金效益的目的。

总之,模糊金融数学是一门从数量上研究含有模糊性现象的金融活动内在规律的科学,也是一门把理论转化为实践的实用金融学科,它不但可以丰富模糊数学本身,又能促进金融学科的发展。可以预言,模糊金融数学中采用独特模糊数学方法以及涉及的理论 and 实际问题,在金融界和数学界必定会引起广泛的重视。由于模糊金融数学作为一门与金融问题相适应的新的交叉学科,其使命是将金融学与模糊数学有机地结合起来,把金融数学作为方向 and 任务,把模糊数学作为技术和方法,使两者触媒融洽,以建立一个崭新的学科,开拓一个全新的领域。目前,其学科体系建设还刚刚开始,有待于进一步深化、发展、成熟 and 完善。可以相信,随着我国社会主义市场经济 and 金融事业的发展,它必将同经济学中的资源经济学、技术经济学、区域经济学等许多新学科一样,在促进我国金融事业发展中作出应有的贡献,并以其坚实的理论基础,丰富的实践需求和旺盛的生命力,获得广阔的理论研究空间和更好的应用发展前景。

一、模糊金融数学中有关模糊性的若干概念

1. 模糊性

模糊金融数学是研究具有模糊性的金融现象内在规律的一门学科。

这里所谓模糊性指的是金融现象呈现出“亦此亦彼”的状态，其外延（即符合某个概念的对象的全集）具有一种“不分明性”。例如，信贷资金社会效益，主要是指信贷资金的使用对社会产生的正面影响，信贷资金社会效益的高低取决于信贷资金使用对社会产生影响的大小，影响较大的可以认为社会效益“较高”；反之，影响较小的可以认为社会效益“较低”。但是所谓“影响较大”、“影响较小”并没有一个明确的标准，也就是说有些信贷资金使用对社会产生的影响，似乎可以说较大，也可以说较小。再进一步分析信贷资金经济效益的构成，它主要包括宏观经济效益与微观经济效益。下面，我们仅仅分析信贷资金宏观经济效益，它是从以下四个方面来考察的：

（1）信贷资金的运用数量、方向是否合理，能否促进国民经济良性发展。

（2）是否有利于增加国民收入，提供更多的社会积累。

（3）是否做到财政、信贷、物资和外汇的综合平衡，保持正常的货币流通。

（4）是否有利于社会战略目标的实现。

显然，在上述4个方面中“合理”、“良性”及“更多”等词汇都没有一个绝对标准，即很难用精确的语言描述“合理”、“良性”及“更多”，因而是一些具有模糊性的概念。

因此所谓模糊性是指有着某种定义但论域中的对象仅在一定程度上满足这个定义的概念，即一个对象是否符合这个概念难以确定。人们称这种由于外延模糊而带来的不确定性为模糊性。

除信贷资金使用对社会产生的影响外，金融系统中还存在着

大量模糊性概念。例如投资回收期的快慢、投资利润率的高低、信贷项目经济使用期限的长短等。

总之模糊性是就元素对集合的隶属关系而言的,不是“非此即彼”而是“亦此亦彼”,集合本身的范围(即概念本身的含义)是不确定的,因此模糊性是事物类属的不清晰性。

2. 含混性

金融系统中存在着一些含混性概念,即内涵不够清晰。概念的内涵指的是这一概念的本质属性。例如经济衰退概念,有人认为如果国民总产值(GNP)持续下降达半年之久即可称为经济衰退;有人认为经济衰退属于较长时间内的一个相对概念,至少需要一年以上国民总产值一直往下降才能称为经济衰退。究竟如何定义经济衰退中 GNP 持续下降多长时间才适合是难以确切规定的。我们可以采用一定方法对经济衰退作出更明确的定义而克服这种弊病。例如,GNP 持续下降时间可细分为若干时间区间,从而由区间长短把经济衰退称为暂时衰退、一般性衰退、显著性衰退等等,即进行经济衰退模糊等级划分。再譬如通货膨胀率的五种形态、包括低度通货膨胀、中度通货膨胀、高度通货膨胀、过度通货膨胀和恶性通货膨胀也是根据涨幅落在不同区间来划分的。例如,一般把涨幅在 4—6% 的区间称为中度通货膨胀、把涨幅在 7—10% 的区间称为高度通货膨胀。究竟如何划分这些区间才适合是很困难的。

除了上述描述概念在某一特性的数值方面存在着差异外,含混性还包括构成概念的特征性质存在着不一致。例如分析上述经济衰退,有人认为除了要考察国民总产值持续下降的时间以外还要考察投资、国民收入增长情况,也有人主张将失业指数、通货膨胀率包括在内。

概括起来,含混性是一类具有模糊内涵的概念,它是由于表示概念的某一特征数值或者构成概念的一些特征方面不同而产生的。

3. 随机性

随机性和模糊性、含混性一样都是描述不确定性事物的。不同的是随机性指的由于发生的条件不够充分,使得在条件与事件之间不能出现决定的因果关系,即事件的发生与否有多种可能性,这种不确定性称之为随机性。

金融系统中存在着大量的随机性事物。例如对股市行情进行短期预测问题,由于决定股票价格的因素相当复杂,有可能某些股票近期内会上涨,也有可能某些股票近期内会下跌,但在每次炒作时很难肯定买进后的股票价格将会上涨或者抛出后股票价格将会下跌等等许多实际问题;再譬如储蓄部门每天接待成百上千储户、保险公司对保险人和保险物在遇到自然灾害和意外事故造成经济损失时支付的补偿费用等均具有随机性。

诸如上述金融现象从概率论角度可以看作是在相同条件下的一系列试验或观察,而每次试验或观察的可能结果不止一个,在每次试验或观察之前无法预知哪一种可能结果肯定会发生,我们把这一类现象称之为随机现象。

研究和处理随机现象的是概率论,而模糊数学研究和处理的是模糊现象,概率论和模糊数学既有严格的区别,又有共同的一点,都是研究某种不确定关系的,在后面有关章节中还会看到模糊数学中一个重要概念“隶属度函数”,它和概率一样均在闭区间 $[0, 1]$ 上取值。另外,随机性和模糊性通过随机集及其落影有机地联系起来。

例如“明年通货膨胀率为9%的概率为0.8”和“明年高度通货膨胀可能性为0.8”是不相同的,前者描述了出现“9%通货膨胀率”的随机性,而后者是描述明年通货膨胀率属于“高度”的程度,即描述“高度”的模糊性,也就是说后者是模糊事件的概率,不同前者随机事件的概率。另外还有模糊事件的模糊概率。例如“明年高度通货膨胀的可能性不太大”等。

4. 不精密性

和模糊性、含混性与随机性不同的另一种概念叫做不精密性。所谓不精密,指的是与被描述的金融现象不完全匹配,因此可以按照某种需要来选择精密度。在这里请注意,金融现象由于种种外部因素导致了这种不精密性。

例如计算国民总产值 GNP,其 GNP 本身是精密的,但该数据往往很大或者难以测量准确。统计数据说 GNP 是 25 亿元,显然不等于 GNP 恰好就是这一数值。这里的不精密来自不精密的测量。

再譬如说,某年的通货膨胀率为 7.2%,这是一个平均数,可能在这一年内没有任何一个月份的通货膨胀率恰好等于 7.2%,非常精确地测算出某年通货膨胀是比较困难的。这里时间因素导致了不精确性,因为金融与经济系统是动态的,处于不断的变化之中,系统中变量的变化有时非常迅速,此时给出通货膨胀率大致变动范围,即模糊数,往往比给出一个“精密”的数值更适宜些。

此外,空间与环境等也是造成不精密的因素。

5. 近似性

模糊性不等于近似性,它包含近似而不限于近似。在模糊数学中所谓近似性着重在性质上,是一种模糊现象,模糊性问题本身没有精确解,它不同于精确数学提供的误差理论所表示近似的精确程度。

金融与经济系统中还有很多现象,或是模糊的、或是含混的、或是近似的、或是随机的、或是不精密的,也可能既模糊含混又不精密,也可能既随机又模糊含混等等。

例如国民收入既是含混的、近似的,其属性值也是不精密的。

二、模糊金融数学与金融研究的关系

模糊金融数学是一门与金融问题相适应的交叉学科,其特点是将金融科学与模糊数学有机地结合,一门作为方向和任务,一门作为技术和方法,两者触媒融洽,以探讨一个崭新的学科,开拓一