

A LIBRARY OF  
DOCTORAL  
DISSERTATIONS  
IN SOCIAL SCIENCES IN CHINA

中国  
社会科学  
博士论文  
文库

不确定性数学方法研究及其  
在社会科学中的应用

李 群 著

A LIBRARY OF  
DOCTORAL  
DISSERTATIONS  
IN SOCIAL SCIENCES IN CHINA



不确定性数学方法研究及其  
在社会科学中的应用

李 群 著

导师 王长钰

审稿 李茂生

中国社会科学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

不确定性数学方法研究及其在社会科学中的应用 / 李群著. —  
北京: 中国社会科学出版社, 2005. 3

ISBN 7-5004-5202-0

I. 不… II. 李… III. 模糊数学—应用—社会科学—研究  
IV. ①O159②C0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 090119 号

责任编辑 李树琦  
责任校对 石春梅  
版式设计 李 建

---

出版发行 中国社会科学出版社

社 址	北京鼓楼西大街甲 158 号	邮 编	100720
电 话	010—84029450(邮购)		010—64031534(总编室)
网 址	<a href="http://www.csspw.cn">http://www.csspw.cn</a>		
经 销	新华书店		
印 刷	北京新魏印刷厂	装 订	丰华装订厂
版 次	2005 年 3 月第 1 版	印 次	2005 年 3 月第 1 次印刷
开 本	880 × 1230 毫米		1/32
印 张	9.5	插 页	2
字 数	234 千字		
定 价	22.00 元		

---

凡购买中国社会科学出版社图书, 如有质量问题请与本社发行部联系调换  
版权所有 侵权必究



## 作者介绍

**李群** 男, 1961年生, 山东临清人。理学博士, 中国社会科学院应用经济学博士后。1998年晋升教授。获山东省第五届青年科技奖、科技进步三等奖和第35批中国博士后科学基金二等资助金。兼任江苏省数量经济与管理科学学会常务理事、山东省运筹学与控制论学会常务理事。

研究领域: 不确定性经济模型; 经济优化模型; L-Q灰色经济预测模型; 人才发展需求与供给; 专家咨询机制等。

主持国家人事部《高层次人才队伍建设的目标要求与对策》、国家统计局《企业综合竞争力的不确定性统计评价方法研究》、江苏省社科基金《江苏小城镇多样化发展的布局及质量研究》等课题, 并参与中央财经领导小组办公室、国家发改委《人才强国战略中长期规划》与中组部《建立决策咨询机制》课题。

在《数量经济技术经济研究》、《System Science and Systems Engineering》、《Journal of systems science and information》等国内外重要学术期刊上发表《我国宏观经济效益综合指标体系评价的属性理论模型》、《Grey Mathematical Model of The Investment Portfolio Optimization. , EI检索》、《Attribute Mathematical Model for Comprehensive Index System Quality Evaluation for Natural Science Academic Journals》等论文六十余篇。

## 内 容 提 要

经济社会发展、科学管理以及人才资源的开发利用对我国社会主义现代化建设至关重要。同时，随着改革层次不断深入、对外开放力度不断加大，不确定性因素越来越多地影响我国现代化建设。探索和研究不确定性理论并把它应用于经济社会发展、科学管理以及人才资源的开发利用之中，是本书的写作目的。应用不确定性理论优化经济社会发展布局、提高科学管理水平、推进人才资源开发、准确预测未来状况是本书力争达到的目标，以模糊理论、灰色理论和属性理论为基础，创新得出扰动模糊理论、L—Q灰色预测模型、扰动属性理论等内容，并使之成功地应用于经济社会和科学管理中进行量化分析，尤其是将L—Q灰色预测模型成功地应用于人才的多样性发展等预测中，并提出有针对性的政策建议。

# 《中国社会科学博士论文文库》 编辑委员会

主任：李铁映

副主任：汝 信 江蓝生 陈佳贵

委员：（按姓氏笔画为序）

王洛林	王家福	王缉思
冯广裕	任继愈	江蓝生
汝 信	刘庆柱	刘树成
李茂生	李铁映	杨 义
何秉孟	邹东涛	余永定
沈家煊	张树相	陈佳贵
陈祖武	武 寅	郝时远
信春鹰	黄宝生	黄浩涛

总编辑：李茂生

学术秘书：冯广裕

# 总 序

在胡绳同志倡导和主持下，中国社会科学院组成编委会，从全国每年毕业并通过答辩的社会科学博士论文中遴选优秀者纳入《中国社会科学博士论文文库》，由中国社会科学出版社正式出版，这项工作已持续了12年。这12年所出版的论文，代表了这一时期中国社会科学各学科博士学位论文水平，较好地实现了本文库编辑出版的初衷。

编辑出版博士文库，既是培养社会科学各学科学术带头人的有效举措，又是一种重要的文化积累，很有意义。在到中国社会科学院之前，我就曾饶有兴趣地看过文库中的部分论文，到社科院以后，也一直关注和支持文库的出版。新旧世纪之交，原编委会主任胡绳同志仙逝，社科院希望我主持文库编委会的工作，我同意了。社会科学博士都是青年社会科学研究人员，青年是国家的未来，青年社科学者是我们社会科学的未来，我们有责任支持他们更快地成长。

每一个时代总有属于它们自己的问题，“问题就是时代的聲音”（马克思语）。坚持理论联系实际，注意研究带全局性的战略问题，是我们党的优良传统。我希望包括博士在内的青年社会科学工作者继承和发扬这一优良传统，密切关注、

深入研究 21 世纪初中国面临的重大时代问题。离开了时代性，脱离了社会潮流，社会科学研究的价值就要受到影响。我是鼓励青年人成名成家的，这是党的需要，国家的需要，人民的需要。但问题在于，什么是名呢？名，就是他的价值得到了社会的承认。如果没有得到社会、人民的承认，他的价值又表现在哪里呢？所以说，价值就在于对社会重大问题的回答和解决。一旦回答了时代性的重大问题，就必然会对社会产生巨大而深刻的影响，你也因此而实现了你的价值。在这方面年轻的博士有很大的优势：精力旺盛，思想敏捷，勤于学习，勇于创新。但青年学者要多向老一辈学者学习，博士尤其要很好地向导师学习，在导师的指导下，发挥自己的优势，研究重大问题，就有可能出好的成果，实现自己的价值。过去 12 年入选文库的论文，也说明了这一点。

什么是当前时代的重大问题呢？纵观当今世界，无外乎两种社会制度，一种是资本主义制度，一种是社会主义制度。所有的世界观问题、政治问题、理论问题都离不开对这两大制度的基本看法。对于社会主义，马克思主义者和资本主义世界的学者都有很多的研究和论述；对于资本主义，马克思主义者和资本主义世界的学者也有过很多研究和论述。面对这些众说纷纭的思潮和学说，我们应该如何认识？从基本倾向看，资本主义国家的学者、政治家论证的是资本主义的合理性和长期存在的“必然性”；中国的马克思主义者，中国的社会科学工作者，当然要向世界、向社会讲清楚，中国坚持走自己的路一定能实现现代化，中华民族一定能通过社会主义来实现全面的振兴。中国的问题只能由中国人用自己的理



论来解决，让外国人来解决中国的问题，是行不通的。也许有的同志会说，马克思主义也是外来的。但是，要知道，马克思主义只是在中国化了以后才解决中国的问题的。如果没有马克思主义的普遍原理与中国革命和建设的实际相结合而形成的毛泽东思想、邓小平理论，马克思主义同样不能解决中国的问题。教条主义是不行的，东教条不行，西教条也不行，什么教条都不行。把学问、理论当教条，本身就是反科学的。

在 21 世纪，人类所面对的最重大的问题仍然是两大制度问题：这两大制度的前途、命运如何？资本主义会如何变化？社会主义怎么发展？中国特色的社会主义怎么发展？中国学者无论是研究资本主义，还是研究社会主义，最终总是要落脚到解决中国的现实与未来问题。我看中国的未来就是如何保持长期的稳定和发展。只要能长期稳定，就能长期发展；只要能长期发展，中国的社会主义现代化就能实现。

什么是 21 世纪的重大理论问题？我看还是马克思主义的发展问题。我们的理论是为中国的发展服务的，决不是相反。解决中国问题的关键，取决于我们能否更好地坚持和发展马克思主义，特别是发展马克思主义。不能发展马克思主义也就不能坚持马克思主义。一切不发展的、僵化的东西都是坚持不住的，也不可能坚持住。坚持马克思主义，就是要随着实践，随着社会、经济各方面的发展，不断地发展马克思主义。马克思主义没有穷尽真理，也没有包揽一切答案。它所供给我们的，更多的是认识世界、改造世界的世界观、方法论、价值观，是立场，是方法。我们必须学会运用科学的

世界观来认识社会的发展，在实践中不断地丰富和发展马克思主义，只有发展马克思主义才能真正坚持马克思主义。我们年轻的社会科学博士们要以坚持和发展马克思主义为己任，在这方面多出精品力作。我们将优先出版这种成果。

李锐性

2001年8月8日于北戴河

## 序

改革开放以来，我国经济社会发展、科学管理水平以及人才资源开发都取得了显著成效，综合国力大大增强。当前，随着中国加入 WTO 三年多来经济全球化进程加快，我国经济社会发展、科学管理水平以及人才资源开发都进入了一个新的历史阶段。同时，我国改革发展处在关键时期，社会利益关系更为复杂，新情况新问题层出不穷。未来 15 年，是我国全面建设小康社会、开创中国特色社会主义事业新局面重要战略机遇期。改革开放以来，我国经济保持了年均 9.5% 左右的快速增长。2003 年我国人均国内生产总值首次突破 1000 美元，到 2020 年我国人均国内生产总值预计将达到 3000 美元。根据世界发展进程的规律，在人均 GDP 处于 500 美元至 3000 美元的发展阶段，意味着经济社会发展进入一个新的关键阶段，各种社会矛盾也最为突出。我国全面建设小康社会的进程也正是处于这样一种特殊时期。在这种大背景下，影响经济社会发展、科学管理以及人才资源开发的不确定性因素将不断增加。如何用科学的方法处理好这些不确定性因素可能对我们的事业造成的影响，是关系到我国现代化建设能否再上新台阶的关键所在。李群博士选择不确定性数学方法研究及其在社会科学中的应用这个题目，出版专著，用不确定性量化方法研究经济、管理和人才资源开发等问题，是数量经济学领域研究的进一步完善和开拓，具有重要的理论意义和现

实意义。

本书锁定不确定性理论研究，聚焦不确定性因素对经济社会发展、科学管理以及人才资源开发产生的影响。作者参阅和搜集了大量的实际资料和学术成果，对不确定性理论进行了系统、科学的研究，得出系列的创新成果，并使这些创新成果在经济、管理和人才资源中得到很好的应用。举例来说，创新成果 L—Q 灰色预测模型，被非常成功地应用于我国 GDP 总量、博士后人员增量、我国人才总量、我国高层次人才总量等预测中，其预测精度是很高的，平均精度都达到了 96% 左右；创新成果扰动算子“最大后取最大、最小后取最小”奠定了扰动不确定性研究的理论基础，得到有关专家的高度评价。本书成果具有系统性、全局性、前瞻性和可操作性。我觉得本书主要有以下特点：

其一，提出和建立了不确定性理论研究的基本框架。把模糊理论、灰色理论和属性理论作为支撑，建立了不确定性理论研究的基本构架；对灰色预测模型进行了拓广和改进研究；提出了扰动模糊理论、扰动属性理论等创新观点。创新后的理论有很强的实用价值，既可以供研究者使用，也便于决策部门、管理部门操作。

其二，作者瞄准不确定性因素对经济社会发展、科学管理以及人才资源开发产生的影响，改进 1990 年度诺贝尔经济学奖得主 H. Markowitz 所建立的证券投资组合模型，提出灰色 H. Markowitz 证券投资组合模型；建立了扰动隶属函数、扰动隶属测度、扰动属性评价与识别、灰色 L—Q 预测模型等微观理论，受到学者的关注。关于扰动隶属函数，我们要指出：用区间值表示模糊集的做法早已有之，参考文献中也列出其文献，但是，作者提出的扰动算子“ $\dot{\vee}$ ”“ $\dot{\wedge}$ ”运算定义与前人不同，这个定义能与原始模糊集理论中的取大取小运算保持一致，而前人的则不

行。这是新定义非常精彩之处、合理之处、创新之处。

其三，利用以上理论与模型对许多经济、管理与人才资源开发中的实际问题进行了应用研究。有些应用成果被有关部门采纳和参考。特别是作者近期对人才的量化分析研究，引起了国家有关部门的关注。作者完成人事部“十一五”人才规划重点课题《高层次人才队伍建设的目标要求与对策》，参加起草中央财经办公室统一部署的《人才强国战略中长期规划》课题研究报告；接受中组部的邀请，参加党的十六届四中全会《决定》重要举措分工方案第17项分工“关于重视培养中青年理论人才，有组织地广泛联系专家学者，建立多种形式的决策咨询机制和信息支持系统”专题研究工作。这说明作者成功地将理论与模型应用于实践之中。这是值得肯定的。从以上可知，作者具有坚实宽广的基础理论和专门知识，有很强的独立从事科学研究的能力。

除此之外，围绕不确定性因素建立一套新的理论，并把它应用于经济、管理和人才开发中，在国内尚不多见。此种做法也是一个特色。希望作者不断再创新成果。

汪同三

2004年12月31日

# 前 言

本文研究了一种具有较强实用性的新型的数学方法——不确定性数学方法，并把它应用在经济和管理中。

不确定性数学方法是一种新兴的研究不确定性现象和未知现象的实用型和交叉型相结合的方法。我们把研究不确定性现象的数学方法称为不确定性数学方法。诸如模式识别、人工智能、综合评价、聚类分析、层次分析、线性规划和预测等学科中有待解决的问题都可以应用不确定性数学方法得到客观、实用、合理的解决。解决这些问题最常用的不确定性数学方法主要包括模糊数学、灰色系统理论和属性数学方法。本文试图讨论运筹学与控制论中的不确定性数学方法研究及其在经济管理中的应用，其目的是尝试新的数学方法在其他领域中的应用。首先概括总结了模糊集、灰色系统、属性数学的基本理论和现状，在此基础上，提出了一些新的理论和方法，并将它们充实到运筹学与控制理论及其实例中去，围绕运筹学与控制论所涉及的相关范围用不确定性数学方法解决经济和管理中的问题。全文共分十章。主要研究内容和研究成果概括如下：

第一章介绍了不确定性数学方法所包含的内容和特点，讨论了应用该方法可以解决什么样的问题以及如何解决这些问题。对涉及到的运筹学与控制论知识，也作了简单介绍。本章根据论文的中心思想列出一条主线，提出问题的来源、解决这类问题的基

本方法，以及得到解决后的问题在实际中的反映。这些方法中的绝大部分内容都是作者独创的崭新方法，该方法结合运筹学与控制论的方法，在经济和管理中得到成功应用。

第二章介绍了模糊集合的基本理论、应用、现状和发展。自1965年美国控制论专家查德提出模糊集合以来，越来越多的问题都可以利用模糊数学的方法来解决。尤其是模糊线性优化模型有别于一般线性优化模型，其表现突出。模糊方法涉足于优化理论，使具有模糊目标函数或模糊约束方程的优化问题得以求解并解决经济和管理领域中更实际的、应用性较强的例子。

第三章在模糊集合理论的基础上，作者提出并建立了扰动模糊集合、扰动隶属函数等新颖的概念和运算，提出了一个以扰动模糊集合为基础的综合评价模型并作了应用。值得说明的是作者对模糊扰动算子及其性质的研究和关于区间值模糊算子的不变性研究，为运筹学与控制论中的不确定性数学方法在经济管理中的应用打下了基础。在此基础上，建立起了扰动模糊线性规划模型，它将更客观、合理、实用地应用到社会科学中。

第四章介绍了灰色系统的基本理论、现状和发展。灰色系统理论在社会科学领域有十分广泛的应用。该理论已经渗透到运筹学与控制论等众多学科之中，灰色优化、灰色控制等灰化成果越来越多地被人们重视和应用。

第五章作者拓广了灰色预测模型，建立了预测精度较高的“L—Q”灰色预测模型，应用该模型对我国经济数列进行了预测，同时也将模型应用到教育、人口控制等领域的预测中。

纠正了灰色预测模型适用范围划分的不确切性，对发展系数的禁区、有效区和适用区等内容作了补充和进一步确定。

利用灰色系统理论建立了灰色优化模型，在证券投资组合、人才选拔等方面作了应用。

第六章介绍了属性数学的基本理论、应用、现状和发展。基

本理论主要介绍了属性集合、属性测度等概念及它们的运算。属性集合理论作为人工智能的一个理论，有可能把概率方法、模糊方法、证据理论方法统一起来，有可能成为融合人类各种知识进行综合分析的一种工具。

第七章在属性集合的基础上，作者提出了扰动属性集合、扰动属性测度等概念，建立了属性区间识别的属性数学模型及其基于属性区间集合基础之上的属性综合评价模型，并将这些模型应用于经济或管理实践中。

第八章量化分析了我国人才发展变化和稀缺人才、人才缺口，对东、中、西部地区人才发展作了比较研究，探讨了人才与经济增长的关系，利用灰色模型给出人才发展预测数据。

第九章专门研究我国高层次人才队伍建设问题，研究建立高层次人才队伍建设的目标，给出高层次人才队伍建设的对策建议。

第十章对全书做了一个全面的总结，对研究的各种问题的发展提出了展望。

本书主要围绕不确定性理论本身的创新和应用创新两个方面进行研究。具体可以归纳为如下几个创新点：

△理论创新研究：

- (1) 扰动隶属函数概念的建立与研究。
- (2) 扰动属性测度的建立与研究、扰动属性评价与识别。
- (3) 灰色 L—Q 预测模型、灰色 L—Q 优化模型的建立。

△应用创新研究：

(1) 扰动隶属函数概念的应用：扰动模糊优化（经济、管理、投资组合、教育管理、金融计量等）模型；扰动模糊评价模型；扰动模糊识别模型。

(2) 扰动属性测度的应用：扰动属性优化（经济、管理、投资组合、教育管理、金融计量等）模型；扰动属性评价模型；



扰动属性识别模型。

(3) 灰色 L—Q 优化 (经济、管理、投资组合、教育管理、金融计量等) 模型; 灰色 L—Q 评价模型; 灰色 L—Q 识别模型; 灰色人才发展预测模型。

**关键词** 不确定性数学 扰动 扰动模糊集 扰动隶属函数 扰动综合评价 外延模糊算子 包含模糊算子 模糊线性规划模型 扰动模糊线性规划模型 灰色系统 L—Q 灰色预测模型 发展系数 灰色线性规划模型 经济管理 投资组合 产品需求量 学术期刊 质量评价 扰动属性集 扰动属性测度 属性区间识别模型 扰动属性线性规划模型 宏观经济 人才发展