

供应链智能建模方法研究 信任契约视角

张学龙 著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

供应链智能建模方法研究： 信任契约视角

张学龙 著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书以信任的视角全面、系统地介绍了供应链智能建模的基本理论和相关方法。全书共分7章,包括导论、相关研究成果综述、供应链成员聚类分析、“计算型信任”供应链智能建模、“关系型信任”供应链智能建模、供应链建模的鲁棒性分析和本书结论与展望。

本书分析了影响供应链建模的相关因素,并清晰地回答了以下问题:如何根据这些因素利用企业已有的数据对供应链成员的信任度进行测量并进行量化表示;如何利用供应链成员的信任度进行分级;在此基础上,如何在不同阶段的供应链信任维度上对供应链成员进行智能建模,以快速、准确地确定其合作关系;如何利用供应链模型的鲁棒性和稳定性进行有效的供应链管理等。

图书在版编目(CIP)数据

供应链智能建模方法研究:信任契约视角/张学龙著. —北京:北京大学出版社,2014.5

ISBN 978-7-301-23883-7

I. ①供… II. ①张… III. ①供应链管理—建立模型—智能技术—研究 IV. ①F252-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第020513号

书 名: 供应链智能建模方法研究:信任契约视角

著作责任者: 张学龙 著

责任编辑: 刘 丽

标准书号: ISBN 978-7-301-23883-7/U · 0108

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> 新浪官方微博:@北京大学出版社

电子信箱: pup_6@163.com

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

印 刷 者: 北京大学印刷厂

经 销 者: 新华书店

650毫米×980毫米 16开本 12印张 170千字

2014年5月第1版 2014年5月第1次印刷

定 价: 35.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话:010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

在当今信息化、知识化、数字化的时代，管理理论不断发展，新知识、新技术不断涌现，学科范围不断扩大，新思维、新概念不断被应用于企业业务实践。供应链管理可以为企业带来巨大的竞争优势，已经成为许多企业或组织发展必不可少的重要职能与方法。协同与合作正成为企业界的主旋律，企业不再作为独立的实体参与竞争，而是作为企业群体的成员参与竞争。供应链管理正在成为许多企业或组织运用的战略方法，实施供应链管理必将为企业带来巨大的竞争优势和市场机遇。供应链管理在保证链上成员各自独立的前提下，要求成员之间相互信任、信守承诺，这是维持供应链长久生存和促进链上成员共同发展的基础。本书以供应链信任为研究视角，采用管理学、模糊数学和智能控制技术等多种理论和方法研究供应链智能建模方法问题。

本书以供应链智能建模方法的研究为主线，介绍以信任契约的视角研究供应链建模方法的重要主题。全书共分7章，第1章为导论，具有概括作用，介绍了本书研究的背景、意义、研究内容、创新点、研究思路和研究方法等；第2章为供应链信任及其建模方法的相关研究成果综述，较为详细地分析了供应链与供应链管理的概念，供应链信任、供应链建模方法和智能优化算法的相关研究述评等；第3章研究了基于信任评价指标值的供应链成员的聚类问题、供应链信任的度量概念模型、供应链信任评价指标的建立，最后基于评价指标 Vague 值分析了供应链成员的聚类问题；第4章研究了“计算型信任”供应链智能建模问题，主要包括“计算型信任”的形成机制、“计算型信任”供应链 BPNN 智能建模方法、GA-BPNN 智能建模方法和 PSO-BPNN 智能建模方法等；第5章研究了“关系型信任”供应链智能建模问题，主要包括“关系型信任”的供应链多智能体协同模型、供应链信任度效应值波动性辨识及其记忆性、供应链 MAS-BPNN 智能建模方法、MAS-GA-BPNN 智能建模方法和 MAS-PSO-BPNN 智能建模方法等；第6章研究了供应链建模的鲁棒性，主要包括供应链鲁棒性问题分析，基于正交神经网络的时滞供应链模型的鲁棒性分析，基于信任的供



供应链鲁棒控制策略等内容；第7章为本书结论与展望，主要包括本书的主要研究工作及进一步的研究展望与设想等。总之，本书的特点是系统全面、研究性和学术性较强。

本书在写作过程中，得到北京科技大学王道平教授的指导和帮助，并参考了大量相关书籍和资料，由于时间关系，并未在书中一一标出，特向文献、资料的相关作者表示衷心的感谢！桂林电子科技大学对本书的出版提供了资金资助与支持，同时本书在出版过程中，还得到北京大学出版社的大力支持，在此一并表示感谢！

由于作者水平所限，加之供应链管理理论与实践的发展迅速，书中难免有不当或疏漏之处，欢迎广大读者批评指正。

张学龙

2014年1月

目 录

第 1 章 导论	1
1.1 供应链建模方法的研究背景	1
1.2 研究意义	2
1.2.1 研究的理论意义	2
1.2.2 研究的实践意义	3
1.3 研究内容及创新点	3
1.3.1 研究内容	3
1.3.2 研究的创新点	5
1.4 研究思路和研究方法	6
本章小结	8
第 2 章 相关研究成果综述	9
2.1 供应链与供应链管理	9
2.2 供应链信任相关研究述评	13
2.2.1 信任的概念	13
2.2.2 信任的维度	15
2.2.3 供应链信任与信任维度	17
2.3 供应链建模方法相关研究述评	21
2.3.1 描述性建模方法	21
2.3.2 规范性建模方法	22
2.3.3 当前建模方法比较及对本研究的启示	24
2.4 智能优化算法相关研究述评	25
2.4.1 遗传算法	27
2.4.2 粒子群优化算法	27
2.4.3 人工神经网络	28
本章小结	30
第 3 章 供应链成员聚类分析	32
3.1 问题的提出	32



3.2 供应链信任的度量	33
3.2.1 主观信任特征及定量描述	33
3.2.2 供应链信任度量概念模型	34
3.3 供应链信任评价指标的建立	35
3.3.1 评价指标建立的原则	36
3.3.2 建立供应链信任评价指标	36
3.3.3 评价指标的权重解析	40
3.4 供应链成员聚类分析	46
3.4.1 评价指标模糊信息处理	47
3.4.2 评价指标属性值的 Vague 值计算	48
3.4.3 供应链成员聚类——算例数值分析	51
本章小结	55
第4章 “计算型信任” 供应链智能建模	57
4.1 问题的提出	57
4.2 “计算型信任”的形成机制	58
4.2.1 局部供应链信任演化博弈模型的构成	59
4.2.2 “计算型信任”学习演化博弈机制	62
4.2.3 数值实验与结果分析	66
4.3 “计算型信任”供应链 BPNN 建模方法	73
4.3.1 BPNN 的基本原理	74
4.3.2 基于 BPNN 的“计算型信任”供应链成员的智能选取	79
4.4 “计算型信任”供应链 GA-BPNN 建模方法	84
4.4.1 遗传算法的组成与算法流程	84
4.4.2 GA-BPNN 的算法流程与数值实验	86
4.5 “计算型信任”供应链 PSO-BPNN 建模方法	89
4.5.1 PSO 算法的组成与算法流程	89
4.5.2 PSO-BPNN 的算法流程与数值实验	91
本章小结	96
第5章 “关系型信任” 供应链智能建模	98
5.1 问题的提出	98
5.2 供应链信任多智能体协同模型	99
5.2.1 供应链协同	99
5.2.2 多智能体技术	100

5.2.3	MAS 协同信任模型	105
5.3	供应链信任度效应值波动性辨识及其记忆性	107
5.3.1	记忆性及其检验	108
5.3.2	信任度效应值记忆性及其波动性辨识	110
5.4	供应链 MAS-BPNN 建模方法	111
5.4.1	供应链 MAS-BPNN 智能学习模型	111
5.4.2	供应链 MAS-BPNN 智能建模方法	114
5.4.3	供应链 MAS-GA-BPNN 智能建模方法	121
5.4.4	供应链 MAS-PSO-BPNN 智能建模方法	126
	本章小结	131
第 6 章	供应链建模的鲁棒性分析	132
6.1	问题的提出	132
6.2	供应链的鲁棒性	133
6.3	基于正交神经网络的时滞供应链模型的鲁棒性分析	135
6.3.1	具有时滞特征的供应链模型	135
6.3.2	正交神经网络的定义及其性质	137
6.3.3	供应链模型的鲁棒性分析	139
6.3.4	数值实验与结果分析	146
6.4	基于信任的供应链鲁棒控制策略	148
	本章小结	151
第 7 章	本书结论与展望	153
7.1	结论	153
7.2	研究展望与设想	155
附录 A	供应链信任评价指标未加权超矩阵	157
附录 B	供应链信任评价指标加权超矩阵	158
附录 C	供应链信任评价指标超极限矩阵	159
附录 D	“主-从”局部供应链建模数据	160
附录 E	MATLAB BP 神经网络程序清单	162



附录 F	GA-BPNN 算法的主要程序清单	164
附录 G	PSO-BPNN 算法的主要程序清单	167
参考文献	169

第 1 章 导 论

1.1 供应链建模方法的研究背景

近几年来，在信息技术的推动下，面对快速多变的市场竞争环境，尤其是企业资源计划(Enterprise Resources Planning, ERP)、电子商务(Electronic Commerce, EC)及新一代网络等信息网络技术的迅速发展与应用，企业的经营模式与经营观念发生了根本性转变。在经历了企业独立经营、“纵向一体化”管理阶段之后，以快速响应市场、增加企业柔性、降低成本为目标的供应链管理思想应运而生。这种思想正在影响企业供应、制造、批发、零售直至面向顾客过程的物流、资金流和信息流的运作，为企业内外部资源的优化调配和有效控制提供了理论依据，使对物流与供应链实时系统进行设计和控制成为可能。

要适应当前激烈的竞争环境，现代企业间的相互合作已经成为当前形势下企业发展的最好模式，供应链就是以“共赢”为目的的企业多种合作模式之一。供应链是围绕核心企业，通过对信息流、物流、资金流的控制，从采购原材料开始，制成中间产品及最终产品，最后由销售网络把产品送到消费者手中的，将供应商、制造商、分销商、零售商，直到最终用户连成一个整体的功能网链结构(马士华等，2000)。在这一网链结构中，企业之间的合作使得供应链成员能够开拓各自的核心竞争力，有助于整个供应链竞争能力的提升。然而，链上成员间大多是通过契约的形式联系的，由于信息的不对称性，使得某些成员在利益的驱动下产生对供应链的破坏行为，如泄漏商业机密、单方面违约、弄虚作假等，造成供应链运作不稳定，并给其他成员带来无法挽回的损失。因此，供应链在帮助成员获取快速市场响应性的同时，也伴随着合作风险，而该问题产生的根本原因就在于成员缺乏相互间的信任。Sabath 和 Fontanella(2002)归纳了供应链合作的本质：“供应链合作是最多被使用的、最容易被误解的、最流行的，也是最容易令人失望的战略。”要适应环境的变化，供应链必须在保证成



员各自独立的前提下相互依赖，这就要求成员之间相互信任、信守承诺，这是维持供应链长久生存和促进链上成员共同发展的基础。Racknan 等(1995)研究表明：“在合作关系中有很多问题，但信任是真正的关键问题，它是合作过程的基础，没有信任就没有合作关系，它是一个底线……”

构成供应链的各成员为了实现某一特定的供需目的而进行合作，其合作在目的实现后结束，他们或者等待下一次合作，或者与其他企业组成新的供应链，这使得供应链具有动态特性。而供应链通过发挥合作企业的各自优势，形成以客户为导向的具有竞争能力的合作组织，其竞争优势源于各成员的互补性和集成能力。供应链的动态特性在管理科学、数学、物理、石油化工、生活服务及军事后勤等领域引起了广泛关注(Axsater, 1985; Riddalls et al., 2000; Perea et al., 2000; Huang et al., 2003; Ortega et al., 2004; Nagatani et al., 2004; Richard, 2003; Cares, 2005; Sethi et al., 2006; Makui et al., 2007; Sarimveis et al., 2008; Hinojosa et al., 2006)，对供应链在时间和空间(位置)上的实时运作与研究已经成为当前研究的热点。然而，目前我国供应链企业之间的合作关系不尽如人意，其中一个重要原因就是企业间缺乏相互信任，导致产品成本的提高和供应链整体效益的下降，并最终影响到成员的经济效益。因此，只有在良好的信任基础上开展合作，各成员才能降低机会主义风险，减少交易成本，提高整个供应链的竞争力。

由此可见，为了引导和发展供应链合作实践，有必要研究供应链成员之间如何建立稳定的合作关系，实现供应链成员之间共享信息和减少交易成本的目的，从而获得供应链效率的整体提升，这成为供应链研究和应用发展的重要方向。因此，以信任为视角，研究供应链智能建模方法是管理控制和信息领域面临的新的挑战 and 机遇，具有重要的理论和实践意义。

1.2 研究意义

本书的研究具有理论和实践两个方面的价值和意义。

1.2.1 研究的理论意义

使用可量化模型来开发供应链的管理方法是对非量化建模技术的突

破。然而，在供应链管理中有很多理论问题并没有解决，本研究提出的研究问题只是要亟待解决的问题中的一部分。

本书以信任为研究视角，研究供应链的智能建模方法，深入分析供应链在不同信任阶段成员的合作关系及其动态差异性变化，以获得与预期相一致的研究结论。这些研究成果是对供应链管理理论的一个有益补充，并在一定程度上完善了供应链的动态管理理论。

1.2.2 研究的实践意义

面对产品与服务市场需求的个性化和多样化，产品生命周期的缩短，市场不确定性因素的增加系列问题，企业一方面要摒弃传统的供应链管理方式，另一方面要充分利用供应链的柔性优势，找到适合供应链管理的方法与策略。

本书主要研究基于信任的供应链智能建模方法，研究对象主要限定为供应链上的成员，研究结论对现有的供应链企业具有一定的借鉴作用和参考价值。供应链成员的机会主义倾向和破坏行为会给供应链的稳定运行带来不确定因素，因此稳定的供应链信任关系对于供应链成员合作的发展具有至关重要的影响。为了更好地推动供应链成员合作关系的发展，本书从信任的角度出发，探究深层动因，研究供应链的智能建模方法，为培养、发展和保持供应链成员的合作关系提供更科学、合理的建议，从而使供应链成员的合作关系向稳定方向发展。

1.3 研究内容及创新点

1.3.1 研究内容

本书在总结国内外供应链建模研究成果的基础上，着眼于供应链建模研究的不足，分析供应链建模的主要影响因素，从信任的视角，根据供应链信任评价指标的属性值，对供应链成员进行聚类分析，然后根据不同的聚类水平，从“计算型信任”和“关系型信任”两个维度上，研究供应链智能建模方法及供应链模型的鲁棒性。本书研究成果争取能在一定程度上为供应链的建模方法提供新的研究思路，从而指导供应链的高效运作，促进整体管理水平的提升。



本书的研究主要包括以下内容。

1. 相关文献综述

对相关研究进行述评，总结国内外对信任理论的研究，以及供应链建模方法和智能优化算法的研究成果及其对本研究的启示。在总结和分析供应链中的信任与信任维度时，本书将建模方法按照供应链信任的3个维度——“计算型信任”、“关系型信任”和“认同型信任”分析供应链的建模方法，特别是利用“计算型信任”和“关系型信任”这两个维度来研究供应链的建模方法。因为“认同型信任”处于供应链管理的较高水平，信任风险程度较低，所以使得建模方法难度相对较低，但这种信任在商业关系中很难存在，它更多地产生于相互了解或存在既有关系的个人当中。本书通过深入分析和研究“计算型信任”和“关系型信任”这两个维度的供应链智能建模方法，力求达到所构建供应链模型的稳定性，并提升供应链管理的整体效率。

2. 基于信任指标属性值的供应链成员聚类分析

供应链成员聚类是进行供应链建模研究的重要内容。根据对供应链信任特征的定量描述，建立供应链信任度量的概念模型，然后根据评价指标建立的原则，建立供应链信任的评价指标，再根据指标之间内在的依存性，选用基于ANP的方法对评价指标进行权重解析，最后根据信任评价指标的属性Vague值，研究供应链成员的聚类，为进一步的供应链建模研究奠定基础。

3. “计算型信任”供应链智能建模方法研究

在分析供应链成员“计算型信任”学习演化博弈机制的基础上，以“主-从”局部供应链为研究对象，分析信任演化过程中的演化稳定策略。同时利用BP神经网络的多层前馈和运用误差反向传播学习的智能特性，研究基于BPNN(Back Propagation Neural Network)的“计算型信任”供应链智能建模方法；为克服BP神经网络训练时间较长的缺陷，引入GA算法优化BP神经网络的权值和阈值，防止BP神经网络训练时的“过拟合”，研究基于GA-BPNN的供应链建模方法；在保证预测精度的基础上，为减少训练时间，提高最优解的搜索速度，增强最优的鲁棒性，研究基于PSO-

BPNN 的供应链建模方法。

4. “关系型信任”供应链智能建模方法研究

针对在供应链“关系型信任”阶段供应链成员的智能体特性,在分析供应链协同和多智能体技术的基础上,建立基于信任的供应链多智能体协同框架模型,分析供应链成员 Agent 的时间序列信任度效应值波动性辨识和记忆性的检验方法。为消除波动性和记忆性对时间序列数据预测的影响,提出 MAS-BPNN 智能学习模型,研究供应链 MAS-BPNN 建模方法,同时为缩短 BPNN 算法的训练时间和消除“局部最优”,提出供应链 MAS-GA-BPNN 和 MAS-PSO-BPNN 建模方法,以减少训练时间和提高预测精度,最终实现供应链建模的整体最优,提高建模方法的智能性和稳定性。

5. 供应链建模的鲁棒性分析

针对供应链的时滞特征造成的供应链的不确定性和风险性,进行系统分析鲁棒性和供应链鲁棒性的相关研究,建立具有时滞特征的供应链模型。在供应链“关系型信任”维度上,应用正交神经网络研究时滞供应链模型的鲁棒性。分析结果验证:在保证没有降低最优解的基础上,对于多层时滞供应链模型,使用正交神经网络算法,能提高收敛速度和增强最优解的逼近能力,同时增强具有时滞特征供应链的鲁棒性和性能稳定性,并提出控制供应链鲁棒性的相关策略。

1.3.2 研究的创新点

本书的创新性研究成果,主要包括以下3个方面。

(1) 将供应链信任划分为“计算型信任”、“关系型信任”和“认同型信任”3个维度,并从供应链信任评价指标的属性值的角度研究供应链成员的聚类问题,建立供应链信任度量的概念模型和供应链信任评价指标,针对信任评价指标的相互依存性,提出基于 ANP 的信任评价指标的权重解析方法,并根据信任评价指标的属性值对供应链成员进行聚类研究。供应链成员的信任聚类水平表达了供应链信任的3个不同维度。

(2) 针对“计算型信任”和“关系型信任”阶段供应链的信任特征,研究“计算型信任”BPNN、GA-BPNN 和 PSO-BPNN 供应链成员信任度的测度方法,并研究“关系型信任”MAS-BPNN、MAS-GA-BPNN 和 MAS-



PSO-BPNN 供应链成员信任度的测度方法。研究表明：与 GA-BPNN 和单一 BPNN 方法相比，PSO-BPNN 对供应链成员信任度的测度值的计算具有更快的计算速度和更高的预测精度；同时对于最优解的搜索能力，PSO-BPNN 要优于 GA-BPNN 和单一 BPNN 方法。

(3) 在“关系型信任”供应链信任维度上，应用正交神经网络研究具有时滞特征的供应链模型的鲁棒性。结果表明：在满足一定的条件下，在保证没有降低最优解的基础上，对于多层时滞供应链模型，使用正交神经网络算法，提高了收敛速度，并增强了最优解的逼近能力，同时增强了具有时滞特征供应链的鲁棒性和性能稳定性。

1.4 研究思路和研究方法

面对当前的市场竞争环境，本研究着眼于以快速响应市场、增加企业柔性、降低成本为目标的供应链管理的飞速发展，综合借鉴管理学、模糊数学和智能控制技术等多种理论和方法，从供应链信任的视角，研究供应链智能建模方法问题，以维持供应链长久生存和促进链上成员共同发展，以为供应链建模理论做一定的补充，也能为供应链管理决策者提供一些科学的决策支持。根据研究内容，本书的研究思路如图 1.1 所示。

根据本书的研究内容，主要采用以下研究方法。

1. 文献分析方法

采用文献分析方法，系统地总结信任与供应链信任的动态性，将供应链信任划分为“计算型信任”、“关系型信任”和“认同型信任”3个维度。在系统分析供应链建模方法及其在研究启示的基础上，针对3个维度供应链信任的特征，选择在“计算型信任”和“关系型信任”两个维度上研究供应链智能建模方法，并对当前应用范围较广的智能优化算法做了分析和归纳。

2. 模糊聚类方法

进化博弈论应用系统的观点分析博弈者行为的动态调整过程，主要描述的是动态系统的状态变化。描述动态系统状态变化的方法是进化博弈理论的关键。采用进化博弈论的方法，分析供应链成员信任行为的进化博弈模型。

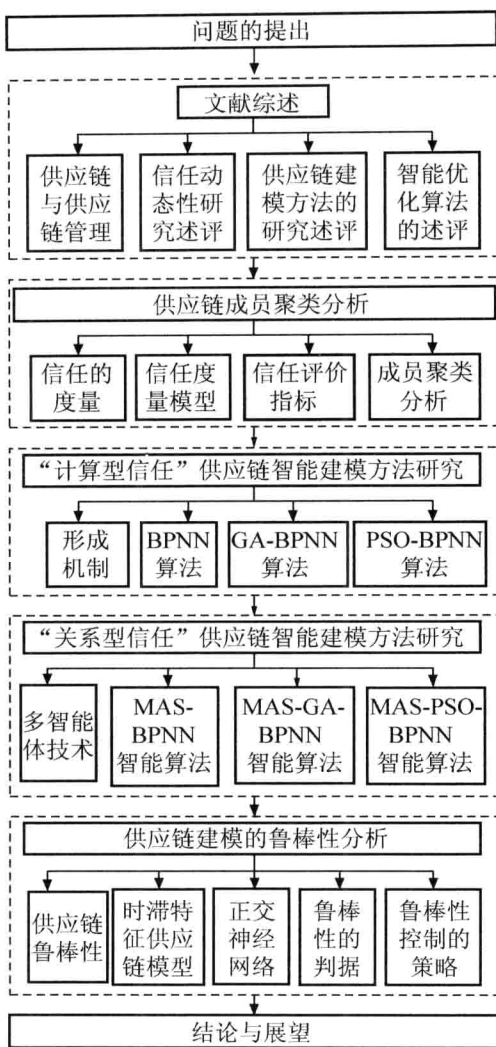


图 1.1 本书的研究思路图

3. 智能建模方法

智能建模方法是本书采用的主要研究方法，从信任的视角，采用 BP 神经网络算法研究动态供应链的智能建模方法，并引入遗传算法和粒子群



算法优化 BP 神经网络，提高动态供应链建模过程中的搜索能力和算法的收敛速度。在“计算型信任”维度上，研究供应链 BPNN、GA-BPNN 和 PSO-BPNN 智能建模方法。在“关系型信任”维度上，利用多智能体技术，研究供应链 MAS-BPNN、MAS-GA-BPNN 和 MAS-PSO-BPNN 建模方法。同时，由于供应链模型具有时滞特征，因此基于正交神经网络算法研究供应链模型的鲁棒性及其鲁棒条件判据。

4. 规范分析和实证分析相结合

规范分析以一定的价值判断为基础，提出一些分析和处理问题的标准，作为决策的前提和制定政策的依据。规范分析是排除价值判断，只对经济现象、经济行为或经济活动及其发展趋势进行客观分析，得出一些规律性结论。本书在研究供应链智能建模方法的过程中，采用规范分析与实证分析相结合的方法。

此外，本研究采用的研究方法还有网络层次分析方法、动态分析法和定性分析与定量分析相结合的方法等。

本章小结

本章是全书的导论部分，通过分析供应链建模方法的研究背景、本书研究的理论与实践意义，提出本书的研究内容、研究思路、研究方法和创新性研究成果等，引出从信任契约的视角研究供应链智能方法。