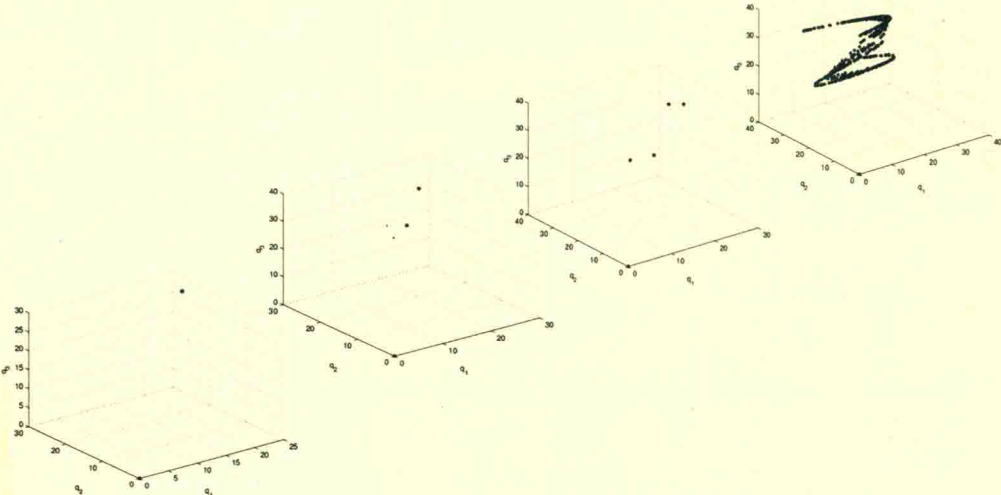


研究供应链中决策主体在风险规避行为的影响下如何决策，
使供应链在有序的市场环境下竞争更具有现实意义。

行为供应链博弈模型 及其复杂性研究

—— 李秋香 © 著 ——

Study on Complexity
of
Game Models Based on Behavior Supply Chain



中国经济出版社
CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

河南省软科学研究计划项目 (182400410054)

行为供应链博弈模型 及其复杂性研究

—— 李秋香 © 著 ——

Study on Complexity
of
Game Models Based on Behavior Supply Chain



中国经济出版社

CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

行为供应链博弈模型及其复杂性研究/李秋香著.

—北京: 中国经济出版社, 2018. 7

ISBN 978 - 7 - 5136 - 5152 - 3

I. ①行… II. ①李… III. ①供应链—研究 IV. ①F274

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 062963 号

组稿编辑 崔姜薇

责任编辑 夏军城

责任印制 马小宾

封面设计 任燕飞

出版发行 中国经济出版社

印刷者 北京九州迅驰传媒文化有限公司

经销者 各地新华书店

开 本 710mm × 1000mm 1/16

印 张 13.5

字 数 200 千字

版 次 2018 年 7 月第 1 版

印 次 2018 年 7 月第 1 次

定 价 58.00 元

广告经营许可证 京西工商广字第 8179 号

中国经济出版社 网址 www.economyph.com 社址 北京市西城区百万庄北街 3 号 邮编 100037

本版图书如存在印装质量问题, 请与本社发行中心联系调换 (联系电话: 010 - 68330607)

版权所有 盗版必究 (举报电话: 010 - 68355416 010 - 68319282)

国家版权局反盗版举报中心 (举报电话: 12390) 服务热线: 010 - 88386794

作者简介

李秋香，管理学博士，河南大学商学院副教授，硕士生导师。曾获得河南省物流行业优秀教师、河南省物流行业先进个人、厅级科技进步一等奖等。

主要研究方向为物流与供应链管理、复杂系统建模及动力学分析。主持或参与各级项目10余项，目前主持河南省软科学研究计划项目1项。

在*Communication in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, *Complexity*, *Kybernetes*, *Discrete Dynamic in Nature and Society*, *WSEAS Transactions on Mathematics*, 《运筹与管理》等期刊发表学术论文33篇。其中，国际认可高水平TOP期刊论文1篇；被*Scholars' Press*公开出版论文1篇；河南省第四届自然科学优秀学术论文三等奖1篇；他引40余次。

供应链全球化、顾客需求的日益多样化和市场环境日益复杂使得供应链内、外部竞争日趋激烈，市场不确定性因素越来越多。如原材料供应不及时、产品的生命周期急剧缩短、顾客需求的个性化和多样化等。这些不确定因素都给企业决策带来不确定性和风险。然而，传统的供应链模型大多是在风险中性的假设下进行研究，而现实的供应链通常表现为风险规避行为。研究供应链中决策主体在风险规避行为的影响下如何进行决策从而使供应链在有序的市场环境下竞争更具有现实意义。因此，考虑决策者或顾客具有风险规避行为对供应链动态竞争博弈进行深入的研究，有助于提高供应链管理效益，进而帮助企业制定更有针对性决策，有助于企业健康、持续发展。

本书借鉴了国内外相关学者的研究，构建了一类行为供应链博弈模型，并运用非线性理论和动态经济学理论对博弈模型的动态演化过程进行了研究。本书主要研究内容以及创新性结论如下：

1. 研究由三个风险规避行为的零售商组成的两级供应链，三个零售商向顾客销售三种具有替代性产品，其竞争规则符合古诺产量竞争模型。零售商是有限理性的，不能完全掌握市场的信息。基于有限理性假设，构建风险规避型供应链在离散决策和团队决策下的产量竞争动态博弈模型，证明了模型纳什均衡点的存在性，研究了参数变化对系统稳定性的影响；用产量分岔图、奇异吸引子、最大 Lyapunov 指数、功率谱、初值敏感性等研究了零售商在产量竞争中所表现的复杂动力学特征。将零售商的利润作为指标，分析了系统的不同状态对零售商运行性能的影响。研究得出参数使

零售商的产量演化过程失稳,甚至陷入混沌状态。例如,需求方差的增加会使系统更快地进入不稳定状态,而零售商的风险规避行为对系统稳定性的影响较小。

2. 构建了由两个制造商、一个零售商和顾客所组成的供应链 Bertrand Stackelberg 混合定价博弈模型。面对顾客需求的不确定性,两个供应商和零售商都具有风险规避行为。制造商和零售商遵循以下策略:两个制造商之间是 Bertrand 博弈,制造商和零售商之间是 Stackelberg 博弈,制造商是领导者。在这种博弈策略下,制造商和零售商分别做决策使各自利润最大化。运用非线性理论对 Bertrand Stackelberg 混合定价博弈模型进行了研究。研究发现,领导者的风险规避行为和顾客需求的不确定性影响系统的稳定性,而零售商风险规避行为对系统的稳定性没有影响。将利润作为指标,分析了混沌现象对市场运行性能的影响,参数调整控制法能很好地控制系统的混沌行为。

3. 基于 Hotelling 模型,考虑传统销售和概率销售两种销售渠道,建立了一个由两个制造商和一个零售商组成的 Stackelberg 博弈模型,该模型考虑了顾客的异质性和顾客对概率产品的风险态度。通过对模型进行稳定性分析,得到模型纳什均衡点的稳定域范围。研究发现,价格调整参数的变化对系统的稳定有很大影响,顾客的风险态度和价格折扣对系统的稳定域产生影响;随着产品成为概率产品的概率增加,该产品的价格调整速度的稳定域增加,竞争产品的价格调整速度的稳定域减弱。最后用非线性反馈控制方法,对系统的混沌行为进行有效控制。发现这种方法能很好地控制系统的混沌现象,使系统恢复到企业利润稳定增长的稳定状态。

4. 将广告投资引入供应链渠道竞争中,研究了风险规避型双渠道供应链中制造商和零售商进行广告投入博弈模型的复杂性。通过二维分岔图、对初值的敏感性、混沌吸引子和功率谱等研究了参数对系统稳定性的影响。应用延迟反馈控制方法对系统的混沌行为进行控制(也可采取降低产品替代率和控制产品价格调整速度),发现这种方法能很好地控制系统的混沌现象,使系统恢复到使企业利润稳定增长的稳定状态。

5. 研究由两个外部供应商和两个零售商组成的切换供应链系统,供应

链系统定期检查库存, 顾客需求依赖两个零售商的库存水平。两个零售商采用广义订购政策向两个外部的供应商订货。每个外部供应商有足够的库存来满足零售商的订货需求。考虑两个零售商均等的市场结构, 子系统之间的切换取决于需求预测和库存水平。供应链系统可以在六种情境下进行切换, 为此本章构建了六种情境模型。运用解析解的方法, 分析了六种情境模型的稳定性, 并通过数值模拟分析了供应链系统的演化过程; 运用二维分岔图模拟了参数变化对系统稳定域的影响。研究发现需求依赖库存下的零售商之间的竞争使线性系统的动态演化过程变得简单。

本书具有重要的理论意义和实践意义。理论意义表现在: 随着大量不确定因素的增加, 决策者会规避不确定因素带来的风险。在此背景下建立供应链的竞争博弈模型, 以获得更大的利润和市场占有率。理论上来说, 将管理学、经济学和非线性动力学理论应用到决策者具有风险规避行为的供应链现实经济问题中, 研究变量长期博弈的演化行为, 有利于从多个视角了解风险规避型供应链运行机理, 体现了交叉学科相互渗透、相互影响的研究特点。供应链是一个复杂的自组织系统, 外在环境对供应链稳定性的影响非常明显。根据现实竞争模型建立了风险规避型供应链的非线性离散动态博弈模型, 研究了行为因素对供应链复杂性的影响, 弥补了以往研究的不足, 具有一定理论意义。实践意义表现在: 企业所处的外部环境非常复杂, 受到多种因素的影响, 如原材料供应不及时、产品的生命周期急剧缩短、顾客需求的个性化和多样化等, 这些不确定因素会给企业决策带来不确定性和风险。因此, 研究供应链中决策主体在风险规避行为的影响下如何进行决策而使供应链在有序的市场环境下竞争具有现实意义。故考虑决策者具有风险规避行为的情况下对供应链动态竞争博弈进行深入的研究, 有助于提高供应链管理效益, 进而帮助企业制定更有针对性决策, 有助于企业健康、持续发展。

第 1 章 绪论	001
1.1 研究背景与研究意义	003
1.1.1 研究背景	003
1.1.2 研究意义	004
1.2 相关研究综述	005
1.2.1 混沌理论在博弈领域中的研究综述	005
1.2.2 混沌理论在经济系统的应用研究综述	007
1.2.3 混沌理论在供应链领域的应用研究综述	009
1.2.4 基于决策者风险偏好的供应链研究现状	010
1.3 已有研究成果的贡献与不足	011
1.3.1 已有成果的主要贡献	011
1.3.2 已有成果的不足之处	012
1.4 研究内容及创新点	013
1.4.1 主要研究内容	013
1.4.2 本书的创新点	015
第 2 章 相关研究理论基础	019
2.1 混沌理论	021
2.1.1 动力系统的基础理论	021
2.1.2 混沌动力学基础理论	025

2.1.3	系统稳定性判据	029
2.1.4	经济系统混沌控制方法介绍	032
2.2	博弈理论	035
2.2.1	基本理论	035
2.2.2	经典的博弈模型	040
2.3	概率销售	045
2.3.1	概率产品	045
2.3.2	概率销售	045
2.3.3	经销商行为	045
2.3.4	消费者行为	046
2.3.5	最优策略	046
2.4	本章小结	046
第3章	风险规避型供应链产量博弈模型的复杂性研究	047
3.1	问题描述与模型构建	049
3.1.1	模型假设	050
3.1.2	符号说明	050
3.1.3	模型构建	050
3.2	离散决策下产量博弈模型的复杂性分析	051
3.2.1	市场的均衡点及局部稳定性分析	052
3.2.2	产量调整速度对系统行为的影响	055
3.2.3	产量调整速度对零售商利润的影响	058
3.2.4	不确定需求和风险态度对系统行为的影响	060
3.3	团队决策下产量博弈模型及其复杂性分析	064
3.3.1	均衡点分析	065
3.3.2	纳什均衡点的局部稳定性分析	065
3.3.3	调整参数对系统稳定性的影响	067
3.4	混沌控制	069
3.5	本章小结	072

第4章 风险规避型供应链价格博弈模型及其混沌控制..... 073

4.1 问题描述与模型构建	075
4.1.1 模型假设	076
4.1.2 符号说明	076
4.1.3 动态价格博弈模型	077
4.2 均衡点的稳定性分析	079
4.3 数值仿真	081
4.3.1 价格调整速度对系统稳定性的影响	081
4.3.2 需求不稳定对系统稳定性的影响	087
4.3.3 风险规避行为对系统稳定性的影响	088
4.3.4 价格调整参数对系统利润的影响	090
4.4 混沌控制	094
4.5 本章小结与现实启示	096
4.5.1 本章小结	096
4.5.2 现实启示	096

第5章 考虑概率销售的供应链定价博弈模型的复杂性研究 ... 099

5.1 问题描述和模型构建	102
5.1.1 经典的 Hotelling 模型	102
5.1.2 符号说明	103
5.1.3 模型构建	103
5.2 模型稳定性分析	108
5.2.1 系统的均衡点	108
5.2.2 均衡点的稳定性分析	108
5.3 数值仿真结果	112
5.3.1 价格调整速度对系统稳定性的影响	112
5.3.2 价格折扣和产品成为概率产品的概率对系统的影响	116
5.4 混沌控制	120

5.5	本章小结与现实启示	122
5.5.1	本章小结	122
5.5.2	现实启示	123
第6章	风险规避型供应链广告投入博弈模型的复杂性研究 ...	125
6.1	问题描述与模型构建	127
6.1.1	模型假设	128
6.1.2	模型构建	128
6.2	仿真实验	132
6.3	广告投入动态博弈模型	134
6.3.1	系统的均衡点	135
6.3.2	系统均衡点的稳定性分析	135
6.3.3	参数对系统稳定性的影响	137
6.4	混沌控制	147
6.5	本章小结	150
第7章	考虑需求依赖库存和产品变质的供应链系统动力学 行为研究	151
7.1	问题描述与模型构建	153
7.1.1	模型假设	154
7.1.2	切换线性和非线性模型	155
7.2	稳定性分析	160
7.2.1	子系统1的稳定性	160
7.2.2	子系统2的稳定性	160
7.2.3	子系统3的稳定性	161
7.2.4	子系统4的稳定性	161
7.2.5	子系统5的稳定性	162
7.2.6	子系统6的稳定性	163
7.3	模拟实验	164

7.3.1 所有子系统稳定时的动态仿真·····	164
7.3.2 稳态和不稳定子系统共存时的动力学模拟·····	166
7.3.3 参数对切换供应链系统稳定性的影响·····	169
7.4 本章小结 ·····	170
第8章 总结与展望 ·····	173
8.1 研究总结 ·····	175
8.2 研究展望 ·····	176
参考文献 ·····	179
索引 ·····	199
致谢 ·····	201

行为供应链博弈模型及其复杂性研究

第 *1* 章

绪 论

1.1 研究背景与研究意义

1.1.1 研究背景

20 世纪 90 年代以来, 信息技术 (IT) 的发展促进了经济全球化。经济全球化使得企业之间的关系越来越紧密, 相互依赖程度不断加强, 这给企业带来了更广阔的市场。但是, 外部环境的不确定性和国家的一些政策导向导致顾客需求的不确定性增加, 从而给市场的运行带来更大的波动性。面对市场的不确定性, 企业决策者和顾客会做出风险规避行为, 企业和顾客所在的供应链表现为风险规避型供应链。March 和 Shapira 认为供应链风险是关于供应链变量结果的可能性和价值分布的变化。简言之, 供应链风险是指供应链中供给和需求的错配带来的影响及可能性。供给和需求的不符引起顾客需求的不确定性, 顾客需求不确定性的增加给企业带来风险损失, 甚至使企业破产, 也会导致供应链成本的增加, 使供应链竞争力减弱。所以, 市场的不确定性因素给供应链带来的风险是学术界研究的一个热门话题。之前对供应链中决策者在风险中性条件下所做的研究不能用来指导供应链运行实践。考虑供应链中决策者的风险行为, 建立风险规避型供应链的动态博弈模型并对其长期演化过程进行分析, 掌握供应链在动态情况下的演化过程有利于对供应链进行管理。

企业在运营过程中不可能获得竞争对手的全部信息, 要获得更多的信息就需要付出更多的成本。所以现实的供应链主体是在信息非对称情况下

进行决策的。再加上决策者自身因素影响,往往做出有限理性行为。市场的不确定性使供应链的主体决策者出于降低损失,做出风险规避行为;顾客为了得到最大效用,也会做出风险规避行为。在风险规避行为影响下供应链的主体决策者该如何进行决策应引起学术界重视。考虑到决策者的风险态度的供应链管理方法和理论,能够结合供应链的现实运行特性,得出有利于供应链企业运作的策略。所以,决策者的风险态度是影响供应链运作的一个关键因素,应该引起学术界的重视。

最近几年,非线性科学逐渐得到广泛应用。许多研究将非线性理论、复杂系统理论融入对经济系统的研究中,极大地丰富了经济系统长期博弈行为复杂性的研究。运用非线性动力学分析现实中经济体的竞争行为,是实现对市场有效调控的一种新途径。本书正是在这一背景下,通过非线性分析方法,对决策者具有风险规避行为的供应链竞争博弈模型进行分析,找出引起供应链不稳定的深层次原因,并在此基础上为决策者提出合理的产量、价格和广告投入竞争策略;同时,本书的研究成果可以为供应链的各经济主体在面对市场不稳定时做出的调控策略提供理论依据。

1.1.2 研究意义

本书研究意义主要体现在以下两个方面:

1. 理论意义

随着不确定因素的增加,决策者会规避不确定因素带来的风险。在此背景下展开供应链竞争博弈,以获得更丰厚的利润和更高的市场占有率。理论上,将管理学、经济学和非线性动力学理论应用到决策者具有风险规避行为的供应链经济问题中,研究变量博弈的演化行为,有利于从多个视角了解风险规避型供应链运行机理,体现了交叉学科相互渗透、相互影响的研究特点。供应链是一个复杂的自组织系统,外在环境对供应链稳定性的影响非常明显。根据现实竞争模型建立了风险规避型供应链的非线性离散动态博弈模型,研究了行为因素对供应链复杂性的影响,弥补了以往研究的不足,具有显著的理论意义。

2. 现实意义

企业所处的外部环境非常复杂,受到多种因素的影响,如原材料供应不及时、产品的生命周期急剧缩短、顾客需求的个性化和多样化等。这些不确定因素都给企业决策带来不确定性和风险。因此,研究供应链中决策主体在风险规避行为的影响下如何进行决策,使供应链在有序的市场环境下进行竞争具有现实意义。因此,在决策者具有风险规避行为的情况下对供应链动态竞争博弈进行深入研究,有助于提高供应链管理的效益,进而帮助企业实施更有针对性决策,有助于企业健康、持续地发展。

1.2 相关研究综述

1.2.1 混沌理论在博弈领域中的研究综述

1944年,冯·若依曼和摩根斯坦恩的著作《博弈论与经济行为》的出版标志着现代博弈论的开始。之后,Nash给出了“纳什均衡”定义,并将它用在非合作博弈中解决均衡问题。Seleten和Harsanyi在Nash基础上提出了“子博弈精练纳什均衡”和“贝叶斯纳什均衡”定义。20世纪70年代后,大部分经济博弈模型建立起来,博弈论在广泛领域内得到了应用。

混沌动力学理论与博弈论相结合是近年来科学研究的前沿,也是国内外学者研究的热点。1838年,古诺(Cournot)提出了以产量为基础的寡头博弈模型;1883年,伯川德提出了以价格为基础的寡头博弈模型,这两个模型都是寡头之间的相互决策。之后很多学者将混沌理论用来对古诺和伯川德模型的长期博弈行为进行研究,并对模型进行了改进。把决策者的行为因素加入到模型中,发现了决策者在长期的博弈过程中,产量(价格)会出现不稳定甚至混沌现象。

很多学者用混沌理论对不同情景下的古诺模型进行了复杂性分析。Rand是第一个发现在古诺模型的博弈过程中,寡头博弈的结果可能不会收敛到Nash均衡点,而是会出现周期解或混沌解。随后大量学者对古诺模型