



生鲜农产品供应链 动态合作控制机制研究

王丽娟 著

张外借



科学出版社

生鲜农产品供应链动态合作 控制机制研究

王丽娟 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书主要研究“公司+农户”供需模式占主导地位生鲜农产品供应链中公司和农户长期履约合作的动态控制方法,探索从系统工程和控制论的角度,将灰色系统理论思想和方法应用于生鲜农产品供应链管理研究中。本书共12章,包括绪论、生鲜农产品供应链、灰色系统相关理论和方法、动态价格下生鲜农产品供应链中动态合作控制机制、不确定需求下生鲜农产品供应链中动态合作控制机制、生鲜农产品供应链一次签约多次交易下动态合作控制机制、一对多环境下生鲜农产品供应链中动态合作控制机制、多对一环境下生鲜农产品供应链中动态合作控制机制、两灰色变量下生鲜农产品供应链中动态合作控制机制、生鲜农产品供应链通货膨胀和延期支付下库存控制、市场需求呈Weibull分布的生鲜农产品供应链库存控制、通货膨胀率与折现率的差不等于零时的生鲜农产品供应链库存控制等内容。书中主要内容是作者长期从事生鲜农产品供应链动态合作研究的成果。

本书可作为高等院校相关专业的教材,也可供政府部门、科研机构的科技工作者,以及从事相关专业的管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

生鲜农产品供应链动态合作控制机制研究 / 王丽娟著. — 北京: 科学出版社, 2018.12

ISBN 978-7-03-055752-0

I. ①生… II. ①王… III. ①农产品—供应链管理—研究—中国 IV. ①F724.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 298641 号

责任编辑: 闫 悦 / 责任校对: 张凤琴
责任印制: 张 伟 / 封面设计: 迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京九州迅驰传媒文化有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

2018年12月第 一 版 开本: 720

2018年12月第一次印刷 印张: 15

字数: 220 000

定价: 88.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)



序

供应链是指从原料供应商一直到最终产品用户的这一过程中相互依赖、相互作用的若干节点企业组成的有机整体。我国是一个农业大国，在农产品供应链中，由于受自然因素的影响，不可控因素较多，供应链组织管理相对较弱。而生鲜农产品安全与质量的要求日益严格，物流环节是生鲜农产品增值的重要环节，加强生鲜农产品供应链成员之间合作机制的研究，协调供应链各方利益，提高供应链整体绩效，具有重要的理论意义和现实意义。

王丽娟教授从 2006 年开始从事生鲜农产品供应链研究，该书是基于系统工程和控制论的视角，运用灰色系统理论和博弈论，以“公司+农户”为组织模式的二级生鲜农产品供应链为研究对象，通过分析不同条件下强不确定的市场价格和市场需求的动态特性对供应链成员之间合作结果的影响，探寻影响公司和农户双重违约的根本原因并依此进行相应的管理和控制，设计了实现生鲜农产品供应链系统联合最优的动态合作激励机制和措施，并进一步研究了生鲜农产品供应链在通货膨胀和延期支付下，不同市场需求下的库存控制策略。该书初步形成了生鲜农产品供应链科学管理和调控方法体系，是创新性的研究成果。

这本既有学术价值、又有实用价值的著作的出版，定会推动农产品供应链的深入研究，促进我国生鲜农产品供应链管理的科学决策。

华中科技大学教授

王红卫

2017 年 11 月 26 日

前 言

供应链理论在全球的实践和运用均呈日益深化之势，特别是供应链管理中成员之间的利益协调问题，成为供应链研究领域中有意义的研究方向，并取得了丰硕的研究成果。近年来，供应链管理的思想、理论和方法开始向农业领域延伸，国内外一些学者开始研究农产品供应链的有关问题。国外对于农产品供应链管理的研究比较多地集中在农产品质量保障、纵向合作、战略伙伴关系等方面。我国作为一个农业大国，随着经济和社会的发展，农产品企业或地区之间的经济竞争已经转化为其各自所采用的供应链的竞争。农业发展的好坏也越来越依赖于自身所处的供应链的优劣。

本书作者通过生鲜农产品市场的实际调研发现，“公司+农户”供需模式是目前我国生鲜农产品供应链最主要的组织模式。在实际中，公司和农户之间的双重违约行为严重制约着生鲜农产品供应链的发展，急需定量地从更深层次分析生鲜农产品供应链成员之间复杂的利益关系，找到科学的协调控制方法，使他们之间真正建立合理的行之有效的风险共担、利益共享关系，从而使供应链整体绩效达到最优。

本书作者从 2006 年开始一直以“公司+农户”供需模式占主导地位的二级链式生鲜农产品供应链为研究对象，在广泛参考国内外相关研究文献，吸收其理论和研究方法的基础上，根据实际生鲜农产品市场价格和市场需求特性，从系统工程和控制论的角度，将灰色系统理论和博弈论相结合，应用于生鲜农产品供应链管理中，围绕“公司+农户”供需模式占主导地位的生鲜农产品供应链的动态合作控制问题，系统全面的从以下 9 个方面对生鲜农产品供应链管理的理论与实践进

行了研究：①动态价格下生鲜农产品供应链中动态合作控制机制；②不确定需求下生鲜农产品供应链中动态合作控制机制；③生鲜农产品供应链一次签约多次交易下动态合作控制机制；④一对多环境下生鲜农产品供应链中动态合作控制机制；⑤多对一环境下生鲜农产品供应链中动态合作控制机制；⑥两灰色变量下生鲜农产品供应链中动态合作控制机制；⑦生鲜农产品供应链通货膨胀和延期支付下品库存控制；⑧市场需求呈 Weibull 分布的生鲜农产品供应链库存控制；⑨通货膨胀率与折现率的差不等于零时的生鲜农产品供应链库存控制。

将灰色系统理论应用于生鲜农产品供应链管理研究中，无论在理论上还是在实践上都丰富了供应链管理研究的内容，研究成果可为生鲜农产品供应链的实际运作管理与优化控制，提供新的理论与方法支持。

书中的主要内容是作者在博士、博士后期间取得的研究成果，生鲜农产品供应链灰色博弈动态合作控制方法，无论在理论上还是在实践上目前都是一种全新的研究，仍处于不断发展、完善的过程中，尤其是双灰色变量下生鲜农产品供应链动态合作控制方法是作者一直研究的重点。

书中存在不妥之处，在所难免，恳请读者批评指正。

作 者

2017 年 11 月 26 日

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 供应链和供应链系统	1
1.1.1 供应链基本概念	1
1.1.2 供应链系统	4
1.2 供应链动态合作国内外研究现状	6
1.2.1 确定性供应链合作协调控制研究	7
1.2.2 不确定性供应链数量折扣方法的合作协调研究	8
1.2.3 不确定性供应链合作博弈方法的合作协调控制研究	12
1.2.4 不确定性供应链非合作博弈方法的合作协调控制研究	16
1.2.5 易腐品供应链合作协调控制研究	21
1.2.6 基于大数据和物联网的供应链研究	28
1.3 本书的主要研究内容和结构	34
第 2 章 生鲜农产品供应链	38
2.1 生鲜农产品供应链基本概念	38
2.1.1 生鲜农产品供应链定义	38
2.1.2 生鲜农产品供应链特点	39
2.2 生鲜农产品供应链结构	40
2.3 生鲜农产品供应链研究的目的和意义	42
2.4 生鲜农产品供应链研究	43
2.5 本章小结	49

第 3 章 灰色系统相关理论和方法	50
3.1 灰色系统理论研究和发展的	50
3.2 灰色系统的理论和方法	54
3.2.1 区间灰数的运算	55
3.2.2 灰数的比较	55
3.2.3 灰矩阵和灰博弈概念	57
3.2.4 灰色动态规划	58
3.3 本章小结	62
第 4 章 动态价格下生鲜农产品供应链中动态合作控制机制	63
4.1 引言	63
4.2 动态价格下生鲜农产品供应链系统描述	64
4.3 生鲜农产品供应链动态合作灰博弈模型	66
4.3.1 灰博弈模型的基本假设和符号约定	66
4.3.2 动态合作灰博弈模型	67
4.4 生鲜农产品供应链动态合作灰博弈模型分析	68
4.5 实例验证	71
4.6 本章小结	76
第 5 章 不确定需求下生鲜农产品供应链中动态合作控制机制	78
5.1 引言	78
5.2 不确定需求下系统描述	80
5.3 不确定需求下动态合作灰博弈矩阵模型	81
5.3.1 灰博弈模型的基本假设和符号约定	81
5.3.2 灰博弈模型	82
5.4 不确定需求下动态合作灰博弈模型分析	83
5.5 实例验证	89
5.6 本章小结	93

第 6 章 生鲜农产品供应链一次签约多次交易下动态合作控制机制	95
6.1 引言	95
6.2 一次签约多次交易的系统描述	97
6.3 生鲜农产品供应链单次交易的动态合作模型建立	98
6.3.1 动态合作模型的基本假设和符号约定	98
6.3.2 动态合作模型	100
6.4 动态合作的灰色动态规划模型	101
6.4.1 灰色动态规划的灰博弈策略集	101
6.4.2 动态合作的灰色动态规划状态转移矩阵	106
6.5 动态合作的灰博弈的灰色动态规划最优解	107
6.6 实例研究	108
6.7 本章小结	112
第 7 章 一对多环境下生鲜农产品供应链中动态合作控制机制	114
7.1 引言	114
7.2 竞争环境下一对多系统描述	115
7.3 一对多环境下生鲜农产品供应链动态合作模型	116
7.3.1 动态合作灰博弈模型的基本假设和符号约定	116
7.3.2 动态合作灰博弈模型	117
7.4 公司和农户 i 的动态合作灰博弈模型分析	119
7.5 实例验证	123
7.6 本章小结	126
第 8 章 多对一环境下生鲜农产品供应链中动态合作控制机制	128
8.1 引言	128
8.2 多对一环境下生鲜农产品供应链系统描述	129
8.3 多对一环境下生鲜农产品供应链动态合作模型	129

8.3.1	动态合作灰博弈模型的基本假设和符号约定	129
8.3.2	动态合作灰博弈模型	131
8.4	公司 j 和农户的动态合作灰博弈模型分析	132
8.5	实例验证	135
8.6	本章小结	137
第 9 章	两灰色变量下生鲜农产品供应链中动态合作控制机制	139
9.1	引言	139
9.2	两灰色变量下生鲜农产品供应链系统描述	140
9.3	两灰色变量下生鲜农产品供应链的动态合作控制模型	142
9.3.1	动态合作灰博弈模型的基本假设和符号约定	142
9.3.2	动态合作灰博弈模型	143
9.4	两灰色变量下生鲜农产品供应链动态合作模型分析	145
9.5	实例应用	148
9.6	本章小结	150
第 10 章	生鲜农产品供应链通货膨胀和延期支付下库存控制	152
10.1	引言	152
10.2	生鲜农产品供应链库存系统描述	153
10.3	通货膨胀和延期支付下生鲜农产品库存模型	155
10.3.1	生鲜农产品供应链库存控制模型	156
10.3.2	不考虑通货膨胀和延期支付的生鲜农产品供应链库存 成本	157
10.3.3	生鲜农产品供应链通货膨胀和延期支付下库存成本	157
10.4	生鲜农产品供应链库存最优订货量和最小库存成本的 求解	158
10.5	实例应用	160
10.6	本章小结	162

第 11 章 市场需求呈 Weibull 分布的生鲜农产品供应链库存控制	164
11.1 引言	164
11.2 需求呈 Weibull 分布的生鲜农产品供应链系统描述	165
11.3 需求呈 Weibull 分布的生鲜农产品库存模型	166
11.3.1 需求呈 Weibull 分布的生鲜农产品库存微分方程	167
11.3.2 需求呈 Weibull 分布的生鲜农产品库存成本	168
11.3.3 需求呈 Weibull 分布的库存最优订货量和最小库存成本求解	170
11.4 通货膨胀率与折现率的差趋于零时延期支付周期对库存总成本的影响	172
11.5 算例分析	173
11.6 本章小结	177
第 12 章 通货膨胀率与折现率的差不等于零时的生鲜农产品供应链库存控制	178
12.1 引言	178
12.2 通货膨胀率与折现率的差不等于零时的系统描述	179
12.3 通货膨胀率与折现率的差不等于零时的库存模型	179
12.3.1 通货膨胀率与折现率的差不等于零时的库存微分方程	179
12.3.2 通货膨胀率与折现率的差不等于零时的库存成本	180
12.3.3 库存最优订货量和最小库存成本求解	181
12.4 通货膨胀率与折现率的差不等于零时 M 对 C 的影响	182
12.5 算例分析	183
12.6 本章小结	187
参考文献	188

第 1 章 绪 论

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,制成中间产品以及最终产品,最后由销售网络把产品送到消费者手中的功能网链结构模式^[1]。供应链将供应商、制造商、分销商、零售商和最终用户连成一个整体。供应链管理作为一种新的管理模式,其主要思想就是用系统的观点管理和优化企业内部和外部的资源,处理好供应商、制造商、分销商、客户之间的协调关系。国外对供应链系统的研究最早出现在 1961 年,目前对供应链的研究主要体现在供应链设计、供应链建模、供应链协调、供应链优化、供应链绩效评价等几个方面。国内从 1998 年开始,国家 863 计划计算机集成制造系统(computer integrated manufacturing system, CIMS)主题将供应链技术与系统列入该主题的研究与开发内容之一。目前供应链理论在全球的实践和运用均呈日益深化之势,特别是供应链管理中成员之间的利益协调问题已经引起了国内外理论研究界的普遍重视,成为供应链研究领域中有意义的研究方向,并取得了丰硕的研究成果。

1.1 供应链和供应链系统

1.1.1 供应链基本概念

1. 供应链的定义

供应链概念最早出现在 1961 年,其发展经历了一个长期的过程,

早期供应链的一般定义为由生产设备、厂房等组成的网络，不同的企业，供应链的结构也不相同，简单的供应链结构如图 1.1 所示，仅由材料采购、产品制造及产品销售三个部分组成^[1]。



图 1.1 早期供应链结构模型

目前一般来说，所谓的供应链就是指产品在生产和流通过程中涉及的生产商、批发商、零售商以及消费者所组成的一种供需网络。供应链是一条连接供应商到用户的增值链。供应链的结构模型如图 1.2 所示。

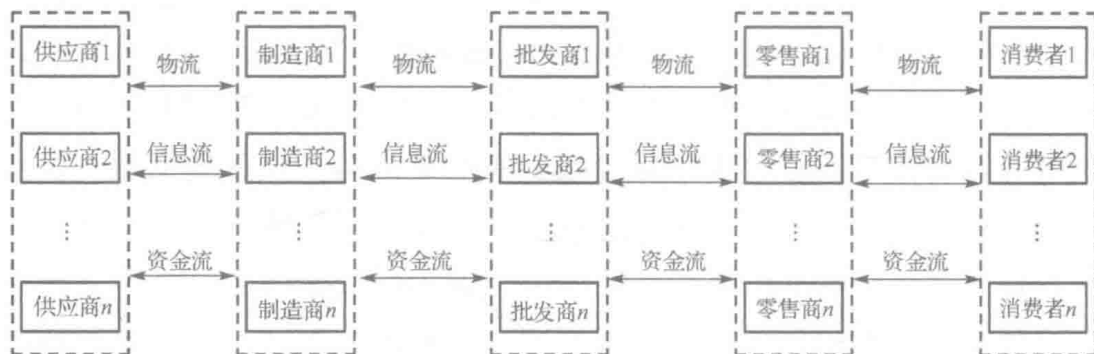


图 1.2 供应链结构模型

随着供应链研究的深入发展和观念的创新，供应链的类型已经由工业供应链发展到农业供应链、绿色供应链、低碳供应链，以及“互联网+”供应链等。供应链的研究主要集中在供应链的设计、分析、协调、管理、优化和重组等方面。

2. 供应链的特点

供应链作为一个庞大的物流体系，有一些鲜明的特点如下所示。

(1) 复杂性。在供应链网状系统中，有许多节点，每一个节点都是

一个企业,供应链中有不同的企业种类,供应链结构模式比一般单个企业结构模式更复杂、更具有不确定性。

(2)整体性。供应链是一个整体,它是以整体目标为中心,是一种很强的合作和竞争的模式,并不是单单由采购、制造、销售等活动构建的分离模式。供应链上的各个节点企业是不可分割的、是紧密结合的有机整体。

(3)具有动态性和交叉性。为了更好地适应市场和自身战略变化,供应链上的节点企业需要不断地寻求改变。

节点企业作为供应链的主要成员,它本身又是另一个供应链的成员,形成了供应链交叉复杂的内部结构。

3. 供应链模型

(1)按供应链涉及区域的不同划分,供应链模型可以分为国家模型和国际(全球)模型。国家供应链模型是指考虑的供应链涉及的供应商、制造商和销售商都集中在一个国家内;全球供应链模型考虑了供应商、制造商或销售商分布在多个国家的情况。与国家模型相比,全球模型更为复杂,需要考虑更多的因素,如关税、汇率、贸易壁垒、汇兑成本、进出口退税等因素。

(2)按分析和研究方法的不同划分,供应链优化模型可以分为排队论模型、对策论模型、网络流模型和策略评价模型等。排队论模型主要用于研究生产企业在平稳生产状态下的情况,并对资源分配进行优化,以达到提高生产效率的目标。对策论模型主要用于研究供应商与制造商之间、制造商与销售商之间的相互协调问题,探讨制造商和销售商之间的协调,确定制造商和销售商各自的对策,确定产品价格、订货时间等,以期使他们能获得比原来更高的收益。网络流模型主要用于研究供应链中成员的选择布局以及供应链的协调问题。网络提供了一种描述供应链结构的方法,用网络流模型来

表示一个供应链有其独特的优点，它能很方便地表示供应链中各种活动的先后次序。策略评价模型主要用于研究供应链在不确定情况下的管理和协调问题，如调整供应链中成员的数量、采用不同的生产技术等。策略评价模型提供了一种对采取的措施和策略进行评价的方法，一般是随机动态规划模型，目标是使各个时期的期望费用总和最小或总收益最大。

1.1.2 供应链系统

1. 供应链系统的含义

美国著名管理学家 Douglas 在对实施供应链管理企业进行调查研究的基础上，提出了供应链系统结构模型，如图 1.3 所示。该模型由三个相互关联的部分组成：供应链网络结构，供应链业务流程，供应链管理要素。

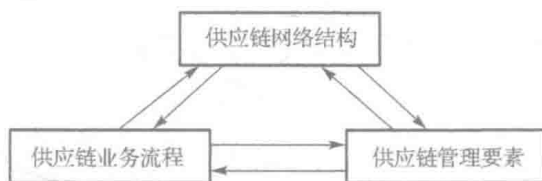


图 1.3 供应链系统结构模型

(1) 供应链网络结构：是指确定供应链上的关键成员企业及其相互之间的关系。确定供应链上的关键成员企业，一般是从战略上进行分析，将链上的企业分成基本的企业成员和辅助流程及其特性。关键成员企业之间的关系是指明确各企业在网络结构中的纵向和横向结构中的位置。横向结构是指供应链的价值链体系结构，而纵向结构是指单个企业和其供应商、客户的关系。弄清供应链的起始位置，就是对供应链的价值链体系进行建模，确定供应链的起始位置，描述企业在供

供应链中的作用和角色,分析供应链价值体系中存在的问题及其根源。而企业在纵向结构中的位置,就是确定单个企业的供应链流程的需求、顾客价值的实现情况,分析企业内流程中存在的问题和根源。

(2) 供应链业务流程:确定在供应链系统中哪些核心流程应该连接并集成起来。全球供应链论坛将供应链中的流程总结为:客户关系管理流程,客户服务流程,需求流程,生产流程,采购流程,产品研发流程,反馈流(信息流、资金流)流程。分析供应链业务流程需要企业从自己的核心能力出发,定义自己的核心流程,而将非核心流程转让。

(3) 供应链管理要素:供应链管理和集成的效果取决于供应链上各成员企业边界处流程接口的管理和集成的程度。流程接口的管理和集成主要包含物理连接和技术两个方面的因素。

2. 供应链系统特征

供应链本身就是由相互依赖、相互作用的若干组成部分结合而成的有机整体,其系统特征如下。

(1) 供应链的整体功能。整体功能是供应链中任何一个节点企业所不具备的特殊功能,它是供应链合伙企业所具有的不同功能的集合。整体功能主要表现在供应链的综合竞争能力上,它是任何单个供应链企业成员所不具有的。

(2) 供应链系统的目的性。供应链系统有着较强的目的性,那就是在激烈竞争环境中,通过低成本、快速度、高质量的方式为客户提供满意的产品和服务,提高顾客满意度,从而在市场竞争中获得优势,供应链各成员企业都具有这种目的。

(3) 供应链企业间的关系非常密切。供应链中主体之间具有较强的供需关系,这种关系是共同合作的利益关系,供应链系统下的企业都是一个整体利益相关体。供应链管理改变了企业的竞争方式,企业应

该积极与供应链中的其他企业建立战略伙伴关系,使每个企业都能发挥各自优势,从而达到互惠共赢的目的。

(4)较强的环境适应性。当今企业要面对的是一个瞬息万变的买方市场,用户对时间的要求越来越强烈,不仅要求企业要按时交货,还要缩短交货期。这要求企业能够对变化的市场迅速作出反应,通过开发新产品来占领市场,赢得竞争。

(5)层次性。节点企业、业务单位、流程、环境、供应链系统组成了不同层次上的主体,每个主体具有各自的目标、经营战略、人员机构。相对于传统的单个企业的管理模式而言,供应链管理是一种企业总体的管理模式。

供应链管理就是用系统的观点和方法管理供应链成员之间的物流、信息流和资金流,使之顺畅的流动,以达到降低运行成本、满足顾客需求、提高供应链绩效的目的。其关键核心问题是建立有效的协调,使供应链上各节点企业的决策和活动形成一个统一的联盟,在满足客户需求的过程中实现价值增值,从而达到双赢的目的。

1.2 供应链动态合作国内外研究现状

供应链管理(supply chain management, SCM)最早起源于迈克·波特 1980 年发表在《竞争优势》中的“价值链”概念^[2],此后, Kraljic 和 Shapiro 分别在 1983 年和 1984 年最早给出了供应链管理的概念^[3-4]。20 世纪 90 年代以来,SCM 成了学术界研究的一个热门领域。近年来,在供应链的研究中,合作协调成为一个前沿的研究方向,关于供应链系统合作协调方面的研究已有大量的文献, Tsay 等对供应链契约方面的研究进行了综合性的回顾,指出供应链契约应包含:决策权确定、价格、最小购买量、数量柔性、退货或返回政策、分配原则、订货提前期以及质量等条款,提出了一个供应链契约中要有两个或两个以