



STUDY ON  
SUPPLY CHAIN EMERGENCY MANAGEMENT  
BASED ON COMPUTATIONAL EXPERIMENT

# 基于计算实验的 供应链突发事件 管理研究

张道海 著



江苏大学出版社  
JIANGSU UNIVERSITY PRESS



江苏大学专著出版基金、中国博士后科学基金（2015M581749）、  
江苏省社会科学基金（13JDB031）、江苏大学高级人才基金（15JDG007）资助出版

# 基于计算实验的 供应链突发事件 管理研究

张道海 著

STUDY ON  
SUPPLY CHAIN EMERGENCY MANAGEMENT  
BASED ON COMPUTATIONAL EXPERIMENT

## 图书在版编目(CIP)数据

基于计算实验的供应链突发事件管理研究 / 张道海  
著. — 镇江 : 江苏大学出版社, 2016.3  
ISBN 978-7-5684-0187-6

I. ①基… II. ①张… III. ①供应链管理—突发事件—风险管理 IV. ①F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 063313 号

### 基于计算实验的供应链突发事件管理研究

Jiyu Jisuan Shiyān De Gongyinglian Tufa Shijian Guanli Yanjiu

---

著 者/张道海

责任编辑/常 钰 孙文婷

出版发行/江苏大学出版社

地 址/江苏省镇江市梦溪园巷 30 号(邮编: 212003)

电 话/0511-84446464(传真)

网 址/http://press.ujs.edu.cn

排 版/镇江华翔票证印务有限公司

印 刷/丹阳市兴华印刷厂

经 销/江苏省新华书店

开 本/890 mm×1 240 mm 1/32

印 张/6.125

字 数/180 千字

版 次/2016 年 3 月第 1 版 2016 年 3 月第 1 次印刷

书 号/ISBN 978-7-5684-0187-6

定 价/32.00 元

---

如有印装质量问题请与本社营销部联系(电话:0511-84440882)

## 序

随着市场竞争的加剧,供应链管理已成为企业经营活动中的一种重要组织方式。同时,企业内外不确定因素也在加剧,各种突发事件层出不穷,严重干扰了供应链中各主体成员之间的协作。供应链突发事件的发生具有极大的偶然性,很难进行事前防范与预测,在小概率事件下,按照常规的供应链管理办法,投入成本可能很大,各主体成员之间也很难在这一问题上达成共识。然而突发事件一旦发生,各主体成员之间原有的平衡将被打破,轻则减少供应链整体的利润,重则危及各主体成员的生存。因此,除了在运营过程中对供应链系统进行协调与管理,在突发事件发生后的第一时间能进行正确评估识别,制订相应的应急预案以有效应对,以及在应急后能实时评价并及时调整应急策略就显得尤为重要。现实系统受时间、成本、人力、伦理道德等方面的限制,具有不可重复性,而计算实验给我们提供了构建供应链系统情景模拟的方法和手段,通过把供应链系统看作是由具有独立行为和决策能力的供应商、制造商、分销商、零售商和消费者等组成,来再现供应链系统情景,对供应链系统各主体成员应急策略进行模拟,并对效果实时评价,为供应链系统有效应对突发事件提供科学依据和决策。

本书首先对供应链突发事件的研究对象和范围进行界定,分析了供应链突发事件管理研究的理论基础,提出了采用计算实验方法研究该问题的必要性;然后通过一个翔实的案例介绍了基于Repast J工具包的计算实验建模过程,为后续研究打下基础;接着分析了供应链突发事件的形成及其影响机理,并对需求突变在供应链中的传递机理、供应中断情景下的主体风险偏好影响两个专题展开定量研究;在此基础上,以工程化思想对供应链流程进行了

梳理,开发了供应链管理计算实验平台,为研究者提供了供应链问题研究的通用框架;最后以该平台为基础,分别研究了需求突变和供应中断两种情景下供应链突发事件应急管理模型和方案,以提供有效应急机制。

本书的出版得到了江苏大学专著出版基金、中国博士后科学基金(2015M581749)、江苏省社会科学基金(13JDB031)、江苏大学高级人才基金(15JDC007)的大力支持,谨在此表达诚挚的谢意。在本书的写作过程中,参考和引用了国内外诸多学者有关的研究成果和文献,在此一并向他们表示诚挚的感谢。

作 者

2016 年 3 月

# 目 录

## 第1章 绪 论 001

### 1.1 研究背景及问题提出 001

#### 1.1.1 研究背景 001

#### 1.1.2 研究范围的界定 003

#### 1.1.3 问题提出 003

### 1.2 国内外研究综述 004

#### 1.2.1 供应链突发事件产生和扩散机理研究 005

#### 1.2.2 突发事件引起需求突变情况下的供应链管理研究 006

#### 1.2.3 突发事件引起供应中断情况下的供应链管理研究 007

#### 1.2.4 基于多 Agent 的供应链仿真研究 008

### 1.3 研究的主要内容和结构安排 009

### 1.4 主要特色和创新之处 012

### 1.5 理论价值和社会意义 013

## 第2章 供应链突发事件研究的基础理论 014

### 2.1 供应链风险管理 014

#### 2.1.1 供应链风险管理的概念 014

#### 2.1.2 供应链风险管理的方法 015

### 2.2 突发事件及应急管理 017

#### 2.2.1 突发事件 017

- 2.2.2 应急管理相关理论 018
- 2.3 供应链突发事件 019
  - 2.3.1 供应链突发事件的定义 019
  - 2.3.2 供应链突发事件的特征 020
- 2.4 计算实验理论 022
  - 2.4.1 计算实验的提出 022
  - 2.4.2 计算实验的基本要素 023
  - 2.4.3 计算实验的建模过程 025
  - 2.4.4 计算实验的研究范式 026
- 2.5 本章小结 026
- 第3章 基于 Repast J 工具包的计算实验建模过程 027
  - 3.1 开发环境的安装与配置 028
    - 3.1.1 JDK 的安装与配置 028
    - 3.1.2 Eclipse 的安装与配置 030
    - 3.1.3 Repast J 工具包的导入 032
  - 3.2 完整示例 038
    - 3.2.1 模型需求 038
    - 3.2.2 模型开发 038
    - 3.2.3 模型运行 047
  - 3.3 本章小结 048
- 第4章 供应链突发事件形成及其影响机理分析 049
  - 4.1 基于情景分析法的供应链突发事件形成要素识别 049
    - 4.1.1 情景分析法简介 050
    - 4.1.2 基于情景分析法的供应链突发事件形成要素识别 051
  - 4.2 供应链突发事件形成方式 058
    - 4.2.1 渐进扩散式 059
    - 4.2.2 渐进收敛式 059
  - 4.3 供应链突发事件对供应链系统的影响分析 060

|       |                            |     |
|-------|----------------------------|-----|
| 4.3.1 | 供应链突发事件引起供应链失败模式分析         | 060 |
| 4.3.2 | 供应链突发事件在供应链中的扩散效应分析        | 061 |
| 4.3.3 | 供应链突发事件影响供应链主从关系博弈分析       | 062 |
| 4.3.4 | 供应链突发事件改变供应链库存模式分析         | 063 |
| 4.3.5 | 供应链突发事件改变供应链结构分析           | 063 |
| 4.3.6 | 供应链突发事件管理框架                | 065 |
| 4.4   | 供应链突发事件管理研究与计算实验           | 066 |
| 4.4.1 | 供应链计算实验研究                  | 066 |
| 4.4.2 | 采用计算实验方法研究供应链突发事件管理的<br>优势 | 067 |
| 4.5   | 本章小结                       | 068 |
| 第5章   | 需求突变在供应链中的传递机理研究           | 070 |
| 5.1   | 引 言                        | 070 |
| 5.2   | 问题描述和假设                    | 071 |
| 5.3   | 模型构建                       | 073 |
| 5.3.1 | 市场需求分配模型                   | 073 |
| 5.3.2 | 需求预测模型                     | 073 |
| 5.3.3 | 库存管理模型                     | 073 |
| 5.3.4 | 生产管理模型                     | 074 |
| 5.3.5 | 价格决策模型                     | 074 |
| 5.3.6 | 服务水平决策模型                   | 074 |
| 5.3.7 | 绩效统计模型                     | 075 |
| 5.4   | 实验结果与分析                    | 075 |
| 5.4.1 | 初始参数设置                     | 075 |
| 5.4.2 | 突变的过程机理分析                  | 076 |
| 5.4.3 | 需求突变的传递机理分析                | 077 |
| 5.4.4 | 需求突变的传递效能分析                | 077 |
| 5.5   | 本章小结                       | 079 |



## 第6章 供应中断情景下的主体风险偏好影响研究 080

### 6.1 引言 080

### 6.2 问题描述和假设 080

### 6.3 模型构建 082

#### 6.3.1 市场需求及其分配规则 082

#### 6.3.2 零售商风险态度决策及供应商选择策略 082

#### 6.3.3 零售商订货量决策 083

#### 6.3.4 零售商价格决策 083

#### 6.3.5 销售利润 084

#### 6.3.6 服务水平 084

#### 6.3.7 零售商与供应商交易规则 084

### 6.4 实验结果与分析 085

#### 6.4.1 初始设置与说明 085

#### 6.4.2 零售商的不同风险态度对利润的影响 086

#### 6.4.3 零售商的不同风险态度对客户服务水平的影响 087

#### 6.4.4 零售商的不同风险态度对供应商数量的影响 088

### 6.5 本章小结 090

## 第7章 基于计算实验方法的供应链实验平台开发 091

### 7.1 计算实验平台 091

#### 7.1.1 平台概述 091

#### 7.1.2 常用计算实验平台介绍 093

### 7.2 供应链计算实验平台的需求分析 094

#### 7.2.1 供应链计算实验平台的提出 094

#### 7.2.2 平台目标 096

### 7.3 实验平台中的供应链的基本运作原理及其实现 098

#### 7.3.1 供应链的基本运作原理分析 098

#### 7.3.2 平台的逻辑模型 108

#### 7.3.3 平台实现 109

|        |                        |     |
|--------|------------------------|-----|
| 7.4    | 基于实验平台的建模流程            | 119 |
| 7.5    | 平台主要功能模型算法描述           | 121 |
| 7.5.1  | 需求预测模型                 | 121 |
| 7.5.2  | 需求分配模型                 | 123 |
| 7.5.3  | 订单管理模型                 | 129 |
| 7.5.4  | 订单处理模型                 | 131 |
| 7.5.5  | 产品配送模型                 | 132 |
| 7.5.6  | 库存管理模型                 | 133 |
| 7.5.7  | 生产管理模型                 | 135 |
| 7.5.8  | 绩效统计模型                 | 137 |
| 7.5.9  | 主体决策模型                 | 139 |
| 7.5.10 | 供应商选择模型                | 142 |
| 7.6    | 本章小结                   | 143 |
| 第8章    | 基于实验平台的供应链突发事件应急管理研究   | 145 |
| 8.1    | 引 言                    | 145 |
| 8.2    | 基于风险管理机制的供应链突发事件管理范式框架 | 146 |
| 8.3    | 基于风险管理机制的供应链突发事件管理规则模型 | 147 |
| 8.3.1  | 案例检索模型                 | 147 |
| 8.3.2  | 识别模型                   | 149 |
| 8.3.3  | 控制模型                   | 150 |
| 8.3.4  | 评价模型                   | 150 |
| 8.4    | 基于平台的供应链突发事件管理研究实验方案   | 151 |
| 8.4.1  | 主体定义                   | 153 |
| 8.4.2  | 供应链结构设置                | 155 |
| 8.4.3  | 供应链流程设置                | 157 |
| 8.4.4  | 结果输出设置                 | 157 |
| 8.5    | 需求突变下的供应链应急管理研究        | 158 |
| 8.5.1  | 研究问题和假设                | 158 |

|       |                 |     |
|-------|-----------------|-----|
| 8.5.2 | 实验方案            | 160 |
| 8.5.3 | 初始参数设置          | 162 |
| 8.5.4 | 实验结果与分析         | 162 |
| 8.5.5 | 需求突变下的供应链管理方案设计 | 165 |
| 8.6   | 供应中断下的供应链应急管理研究 | 167 |
| 8.6.1 | 研究问题和假设         | 167 |
| 8.6.2 | 实验方案            | 169 |
| 8.6.3 | 初始参数设置          | 170 |
| 8.6.4 | 实验结果与分析         | 171 |
| 8.7   | 本章小结            | 173 |
| 第9章   | 研究结论与展望         | 174 |
| 9.1   | 研究结论            | 174 |
| 9.2   | 研究展望            | 175 |
|       | 参考文献            | 177 |

# 第1章 绪论

## 1.1 研究背景及问题提出

### 1.1.1 研究背景

供应链管理近年来在全球范围内得到了重要普及和应用,然而随着供应链系统范围越来越大,复杂程度越来越高,供应链脆弱性也在不断加剧。尤其近年来各种类型的突发事件频繁发生,进一步加剧了供应链的脆弱性程度,而这无论是对供应链中的某一成员还是整个供应链系统都会带来很大的影响或损失。

我们对过去发生的很多突发事件至今记忆犹新。如2008年的三鹿奶粉事件,一方面使得消费者对国产奶粉、牛奶、酸奶等乳制品的信心严重不足,导致国产乳品产业市场异常萧条,蒙牛、伊利等企业的销量在短期内急剧下降,其上游鲜奶供应商更是损失惨重;另一方面,因此次事件影响,小家电中的豆浆机、果汁机等产品成了市场上的“香馍馍”。再看2014年的上海福喜事件,使得以福喜为供应商的下游知名品牌麦当劳、肯德基等受到很大影响。受该事件影响,7月21日肯德基母公司百胜集团股价周一大跌4.25%,市值蒸发近15亿美元,而麦当劳则收跌1.45%;这一事件还波及全国各地,一方面消费者数量在短时间内急剧减少,另一方面大量餐厅也陷入无餐可点的窘境。

从上述案例可以看出,当突发事件发生时,多数企业的正常业务受到很大干扰,结果是带来市场需求量的巨大波动,或上游供应

商原材料供应瞬间中断,或上下游信息传递发生扭曲等。当市场需求得不到满足时,往往会导致消费者的流失和企业利润的巨大损失;当市场需求急剧下降时,又会导致生产过剩、产品滞销而造成产能浪费和营业额降低,现实情况下,企业利润为库存买单的现象也非常普遍。但是,我们也可以从一些案例中看到一些企业能够从突发事件的干扰中迅速恢复,维持较高的客户服务水平和满意度。《商业周刊》曾报道 2000 年 3 月位于新墨西哥州阿尔布开克(Albuquerque)的飞利浦公司的一家手机芯片生产基地因为雷击发生意外火灾,而它当时是诺基亚和爱立信两家公司的唯一供应商。面对这一突如其来的意外,诺基亚做出了积极的应对,包括产品的重新设计与积极寻找合适的供应商。由于行动迅速,诺基亚在这次火灾中几乎没有受到影响,甚至将市场份额从 27% 提高到 30%。而爱立信多年来得益于供应链的工作效率,单一供应来源是它成功的关键因素。起初飞利浦认为一周以内能让车间恢复到正常水平,所以爱立信虽然听说了那场火灾,但是对事情的严重性并没有充分地认识,在几周以后才意识到供应上的问题,但为时已晚,随着客户的大量流失,最终不得不将手机制造业务外包给 Flextronics International 公司(Donald Waters,2010)。

实践证明,对供应链突发事件的有效管理已经成为供应链可持续发展的一个重要战略保障。目前,对于供应链突发事件风险事前防范的研究比较多,然而突发事件的发生概率比较低,往往很难进行事前的预测,因此突发事件发生后的应急管理就显得尤为重要。供应链突发事件对供应链的影响通常是一个持续的过程,要应对这一过程,需要把握供应链突发事件的形成、生命周期及其各阶段规律,以及该情景下的主体行为变化等。供应链作为一类非常典型的复杂系统,由上下游主体交互形成,主体成员具有较强的自组织和自适应能力,因此本书尝试采用计算实验方法,对供应链突发事件相关风险问题进行研究,在一定程度上为供应链风险管理理论体系提供一种新的思路和方法,并能为供应链主体成员应对突发事件提供一定的理论支撑和实践指导。

### 1.1.2 研究范围的界定

供应链突发事件属于突发事件的范畴,但又不同于一般意义上的突发事件,因此首先对本书研究的供应链突发事件进行严格的界定和说明,如图 1-1 所示。

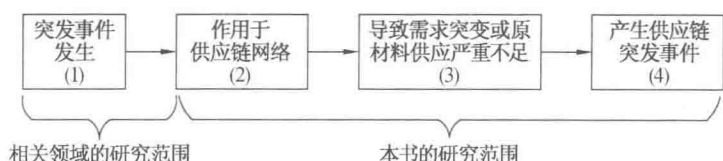


图 1-1 供应链突发事件研究范围的界定

本书研究的供应链突发事件是指那些发生概率小,而一旦发生将导致整个供应链系统出现原材料供给中断(生产能力突然减小)、需求大幅度上升(或下降)、价格剧烈波动、信息严重扭曲等现象的内外不确定事件。虽然供应链突发事件可能由供应链内外不确定事件引起,如 SARS、地震、罢工、事故等,但是本研究主要聚焦在供应链管理的角度,因此对 SARS、地震、罢工等突发事件本身及其产生内因不做深入分析。

### 1.1.3 问题提出

一方面,供应链不断发展,变大变强,并在全球范围内扩张;另一方面,供应链内外部又面临着很多的突发风险。供应链在正常运营情况下,如果突然遭受突发事件的影响,并在全组织范围内扩大和恶化,将使主体成员措手不及,严重的可能导致供应链瘫痪。因此,如何有效地对供应链突发事件进行管理是摆在我们面前的非常现实的问题。

目前对供应链突发事件的研究大多集中在突发事件发生后,供应链主体成员间原有的协调关系被打破,因此需要建立一种新的契约关系。通常的做法是建立数理模型,求解最优结果,而为了使模型和求解得以实现,往往需要对供应链进行抽象和简化。但现实情况下,供应链的影响因素比较多,内外环境比较复杂,这种简化的求解结果往往只能是特定情况下的一次性的协调结果,而

不具有长效性和实际可操作性。突发事件对供应链的影响是一个持续的周期过程,因此,对多层结构、多成员下供应链成员行为的演化,以及突发事件对系统性能的影响等问题尚需深入研究。如何在这过程中把握其发展的规律,从而提高应急水平和能力,目前还缺少实际的举措。供应链突发事件的管理,不仅要加强事前预防,事中控制和事后恢复更加重要。因此,本书以相关的理论为基础,深入分析供应链突发事件的形成和影响机理,以计算实验方法为手段,对供应链突发事件的传递机理及风险偏好等问题进行研究,然后系统梳理供应链运作流程,将定量模型与规则模型有机结合,开发供应链管理计算实验平台,并在此基础上对供应链突发事件全生命周期管理进行研究,从供应链管理视角出发,揭示供应链突发事件演化过程的本质规律,为供应链网络成员和管理者提供决策参考依据,并为其他社会领域应急管理提供借鉴。

## 1.2 国内外研究综述

国内外关于供应链突发事件风险管理的研究文献主要集中在2000年之后,近几年该研究逐渐成为热点问题。本节搜集和整理了部分文献,并将这些文献从研究内容上大致概括为以下4个方面:① 供应链突发事件产生和扩散机理研究(陈剑辉等,2007;卢雅琪等,2007;盛方正,2008;程国平等,2009;刘家国等,2011;徐磊,2011;Artur,2013);② 突发事件引起需求突变情况下的供应链管理研究(Xu,2003;Qi等,2004;Xiao等,2005,2007,2009;于辉等,2005,2006,2007;Adegoke等,2009;Chen等,2009;滕春贤,2009;曹二保等,2010;庞庆华等,2010;Cao等,2013;Atefeh等,2013);③ 突发事件引起供应中断情况下的供应链管理研究(Anupindi等,1993;Berger等,2004;Kleindorfer,2005;Xiao等,2006;Ruiz-Torres等,2007;盛方正等,2008;Yu等,2009;Li等,2010;Hou,2010;Sawik,2014);④ 基于多Agent的供应链仿真研究(Blackhurst等,2005;韩梅琳等,2007;Du等,2008;Dam等,2009;Chen,2009;Mihalis等,

2011;Fu 等,2012;Peng 等,2014)。

总体而言,国内外众多学者对该问题进行了大量开拓性、创新性研究,并对供应链中断管理机制的完善与推广做出了重要贡献。下面从以上4个方面进行详细阐述和总结,并提出当前研究中的一些不足。

### 1.2.1 供应链突发事件产生和扩散机理研究

目前,国内外众多学者从不同角度对突发事件在供应链中是如何传递的,以及由突发事件引起的市场需求波动和原材料供应中断在供应链中的传递扩散效应展开了研究。程国平等(2009)采用定性分析的方法归纳总结出正向、逆向、辐射式、集中式和交互式5种供应链风险传导模式。陈剑辉等(2007)、卢雅琪等(2007)采用 Stackelberg 博弈方法,以原材料价格风险为研究对象,研究其是如何向零售商传递的,并得出了价格风险具有逐渐减弱的趋势这一结论。盛方正(2008)从概念模型和数理模型两个方面分析了不同的供应链网络结构下供应链突发事件的扩散规律。刘家国等(2011)采用计算仿真方法,以需求拉动型供应链和定价推动型供应链为背景,分别研究了突发事件风险在这两类供应链中的传递效应和规律,包括市场需求和价格弹性系数之间的关系,以及对供应链双方利润的影响和定价策略的选择。徐磊(2011)采用实证案例研究方法,对10个不同行业供应链突发事件案例进行归纳总结,提炼出突发事件产生的15个关键影响因素,并运用动力学仿真方法,建立了这些关键影响因素的系统动力学扩散模型。Artur(2013)对117家制造企业和相关的贸易伙伴进行调查,研究了供应中断给供应链造成的“滚雪球”传递效应。

这些研究成果对供应链突发事件的产生和扩散过程进行了系统性的分析,并通过定性、定量和计算仿真等方法进行了多样性研究,为我们从不同角度认识供应链突发事件的产生和扩散机理起到了非常大的帮助。然而,这些文献对供应链突发事件的认识还局限在宏观层面,缺少从微观层面对供应链系统成员行为的认识,特别是在突变的不同阶段,在传递时间、范围和量等方面会对供应



链主体成员行为产生怎样的影响,只有弄清楚这些问题,才能为供应链主体成员进行突发事件应急管理提供有效帮助。

### 1.2.2 突发事件引起需求突变情况下的供应链管理研究

突发事件引起的市场需求突变一直是供应链领域的热点与难点。Xu 等(2003)基于博弈论方法,研究了由单个供应商和零售商组成的供应链在集中决策和分散决策下是如何建立可协调模型的,其中,他们假设市场需求是零售价格的非线性函数。比较早对需求突变进行研究的是 Qi 等(2004)在 *Omega* 上发表的一篇文章——《Supply chain coordination with demand disruptions》,考虑由一个制造商和一个零售商组成的供应链,研究了需求突变对供应链协调机制的影响,后来的很多研究都是基于这一研究进行深化和扩展的。Xiao 等(2005)将其推广到有两个零售商的情形,零售价格不变,两个零售商进行产品促销投资博弈。Xiao 等(2007)进一步研究了需求突变下一个制造商和两个竞争零售商供应链的数量折扣契约设计。滕春贤等(2009)也以数量折扣契约为研究对象,提出了二次订购数量折扣契约的协调机制。除了可以使用数量折扣契约来应对突发事件,还可以使用收益共享契约。曹二保等(2010)分析一个供应商和两个 Cournot 竞争零售商组成的供应链系统的协调问题,首先证明了收益共享合约在稳定条件下能实现该供应链协调;其次,当突发事件导致零售商面临的需求规模和供应商的生产成本同时与其预测值发生偏差时,为使供应链收益最大,提出了调整生产计划和零售价格的协调策略,进一步证明了改进的收益共享合约可协调需求和成本偏差的分权供应链。庞庆华等(2010)也以收益共享契约为对象研究如何对三级供应链进行协调,并讨论了系统利润在三级成员即制造商、分销商、零售商之间的分配情况。Cao 等(2013)进一步建立了收益共享契约机制来应对需求和生产成本同时突变的情景。Atefeh 等(2013)以一个真实的案例描述了如何建立高服务水平的鲁棒性供应链网络来应对需求突变。

上述成果丰富了供应链突发事件管理理论,总体来说,在定量