

基于供应中断的 供应应急系统设计与管理策略研究

李新军 著



JIYU GONGYING ZHONGDUAN DE

GONGYING YINGJI XITONG SHEJI

YU GUANLI CELUE YANJIU

中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press

国家社会科学基金资助出版（项目名称：基于供应商产能的
供应应急策略与设计研究，基金号：12CGL042）

基于供应中断的供应应急 系统设计与管理策略研究

李新军 著

中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press

图书在版编目 (CIP) 数据

基于供应中断的供应应急系统设计与管理策略研究/
李新军著. —北京: 经济科学出版社, 2017. 9
ISBN 978 - 7 - 5141 - 8502 - 7

I. ①基… II. ①李… III. ①供应链管理 - 应急
系统 - 系统设计 - 研究 IV. ①F252. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 239724 号

责任编辑: 刘 莎
责任校对: 刘 昕
责任印制: 邱 天

基于供应中断的供应应急系统设计与管理策略研究

李新军 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

总编部电话: 010 - 88191217 发行部电话: 010 - 88191522

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件: [esp@esp. com. cn](mailto:esp@esp.com.cn)

天猫网店: 经济科学出版社旗舰店

网址: [http://jjkxcs. tmall. com](http://jjkxcs.tmall.com)

固安华明印业有限公司印装

710 × 1000 16 开 22.5 印张 400000 字

2017 年 9 月第 1 版 2017 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 8502 - 7 定价: 68.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 010 - 88191510)

(版权所有 侵权必究 举报电话: 010 - 88191586)

电子邮箱: [dbts@esp. com. cn](mailto:dbts@esp.com.cn))

前 言

近年来，地震、海啸、飓风、核泄漏、突发性传染疾病等自然灾害或者人为灾难不断发生，比如2001年美国的“9·11”恐怖袭击事件、2003年全球性的SARS传染疾病的爆发、2004年印度洋大地震和海啸、2008年中国“5·12”汶川大地震、2011年“4·11”日本福岛大地震和严重的核泄漏事件以及2017年中国“8·8”九寨沟地震。

越来越多的企业开始从事全球化运作和准时化生产，供应链系统极具脆弱性，从而突发事件导致供应中断时，往往对复杂的供应链系统造成极大的破坏，导致供应商中断原材料供应以及供应链成员之间的信息通道堵塞等，从而带来严重的经济损失，甚至引起市场占有率降低和长期股价大跌。因此，供应链系统中基于供应中断的供应应急管理日渐成为理论界和企业界关注的热点。

本书运用复杂网络、鲁棒优化理论、动态优化理论、控制理论和博弈论等理论与方法，研究了自然灾害等重大突发事件导致供应中断情况下，双源供应、备份供应、柔性能力、营业中断保险和应急调度等策略下的供应链应急系统设计与应急策略。通过前景理论刻画销售商面临突发事件的损失厌恶态度，通过双源采购扩展供应商的最大产能和有效产能，通过备份供应和应急库存进行供应商产能的应急储备，通过契约协调实现供应商产能的协同与有效实施，通过基于风险态度的应急系统设计和协调策略解决双渠道供应链的资金短缺，通过应急系统虚拟网络设计和基于学习效应、恶化效应和凸资源依赖的应急物资调度实现有效应急救援，通过柔性能力实现供应商产能的

有效保障，通过柔性能力投资和营业中断保险减缓突发事件导致的损失。综上所述，本书分析了信息对称和信息不对称、需求连续和需求离散、多源采购和后备供应、横向协同和纵向协同的应急物流系统的柔性能力、应急储备、损失挽救、资金短缺、投资保险和综合应急措施。本书的内容主要分为两个部分。

第一部分：基于供应商产能的供应应急管理策略，从第2章到第9章，共8章。主要研究了突发事件相关性指数以及损失度评价、前景理论框架下基于期望的损失厌恶报童博弈、供应中断情况下基于双源采购的鲁棒优化设计、供应中断情况下供应商求助于后备供应商的订货合同设计、随机需求下非对称可靠性信息的动态契约设计、资金短缺下基于风险态度的双渠道供应链应急系统设计、基于突发事件的柔性能力投资设计、基于市场竞争和决策顺序的供应应急采购策略、基于三层结构的虚拟应急网络构建与基于学习效应和恶化效应的应急调度。

第二部分：基于供应商产能的供应应急管理策略，从第10章到第17章，共8章。主要研究了基于供应中断和服务水平的风险偏好报童订货策略、供应中断情况下基于双源采购的应急运作策略、供应中断情况下基于后备供应商的应急决策分析、供应中断情况下双源采购的契约协调策略、资金短缺下基于风险态度的双渠道供应链协调策略、基于供应中断信息的供应应急管理决策、基于营业中断保险和应急采购的供应应急管理决策、基于应急资源调度和车辆路径规划的应急援助和基于情景—应对的石油供应链可靠性策略研究。

本书既研究了应急供应链中的物流、信息流和资金流，也研究了应急供应链中的系统规划与设计、契约机制、信息机制、能力机制、投资保险、单源双源、单渠道双渠道、完全信息有限信息。本书丰富供应应急系统设计与管理策略，为我国企业从事供应应急运作管理提供理论依据；理论与实证相结合，提供大量与我国国情相结合的切实有效的解决方案，为我国企业进行供应应急管理提供重要的参考依据和决策支持。

本书的研究工作得到了国家社会科学基金“基于供应商产能的供应应急策略与设计研究”（12CGL042）和国家自然科学基金“基于行为运作的加工系统干扰管理研究”（71271039）的资助，在此表示衷心的感谢！参加本书

研究工作的有李晓晖副教授、李彬博士、孟翠翠博士，以及硕士研究生刘兴华、陈亭亭、康建群、王丽洁、张晓楠，在此向他们的辛勤工作和贡献表示衷心的感谢！

本书主要由课题组成员的研究成果整理而成，这些研究成果分别发表在 *Asia - Pacific Journal of Operational Research*、*International Journal of Systems Science*、《管理工程学报》《中国管理科学》《系统管理学报》《运筹与管理》等管理类权威期刊。本书在编写和出版过程中得到了前辈们和同行们的支持、关心和热情帮助，他们提出了许多极为宝贵的建议，作者在此向他们致以由衷的谢意！

李新军

2017年8月

目 录

CONTENTS



引 言

第 1 章 基于供应中断的供应应急管理	3
1.1 概述	3
1.2 供应商产能和柔性能力	6
1.3 突发事件和应急管理	9
1.4 基于供应中断的供应应急系统设计	13
1.5 基于供应中断的供应应急管理策略	18
1.6 本书的研究逻辑和研究内容	21
本章参考文献	28

供应应急系统设计篇

第 2 章 基于前景理论的损失厌恶报童订货设计	33
2.1 概述	33
2.2 前景理论	36
2.3 单个损失厌恶报童的效用模型	38
2.4 基于期望的多个损失厌恶报童的博弈模型	40

2.5 算例分析	45
2.6 本章小结	49
本章参考文献	50
第3章 供应中断情况下双源采购的鲁棒订货设计	53
3.1 概述	53
3.2 模型描述与符号设定	55
3.3 双源采购的应急订货策略	56
3.4 算例分析	63
3.5 本章小结	65
本章参考文献	65
第4章 求助后备供应商的应急采购合同设计	68
4.1 概述	68
4.2 模型描述和参数说明	70
4.3 基于后备供应的采购合同设计	72
4.4 本章小结	78
本章参考文献	79
第5章 资金约束下基于风险态度的双渠道供应链设计	81
5.1 概述	81
5.2 基本假设和模型描述	83
5.3 模型分析	85
5.4 数值分析	95
5.5 本章小结	98
本章参考文献	99
第6章 基于突发事件的柔性能力投资设计	101
6.1 概述	101
6.2 问题描述与模型构建	102

6.3	柔性能力投资决策分析	104
6.4	数值分析	114
6.5	本章小结	118
	本章参考文献	118
第7章	基于决策优先权的供应应急采购设计	121
7.1	概述	121
7.2	模型描述与符号说明	123
7.3	不同决策顺序下供应应急采购策略	124
7.4	算例分析	130
7.5	本章小结	134
	本章参考文献	134
第8章	可靠性信息不对称下基于突发事件的动态契约设计	137
8.1	概述	137
8.2	模型假设与符号说明	139
8.3	模型构建	140
8.4	信息价值	147
8.5	算例分析	149
8.6	本章小结	150
	本章参考文献	151
第9章	应急物流系统中的网络构建与应急调度设计	153
9.1	概述	153
9.2	应急物流虚拟网络构建	155
9.3	基于学习效应和恶化效应的应急调度设计	161
9.4	本章小结	166
	本章参考文献	167

供应应急管理策略篇

第 10 章 基于服务水平风险偏好报童应急订货策略	173
10.1 概述	173
10.2 服务水平约束下风险偏好报童订货策略	175
10.3 供应中断风险下风险偏好报童订货策略	187
10.4 算例分析	192
10.5 本章小结	195
本章参考文献	196
第 11 章 基于双源供应的应急采购决策与协调	198
11.1 概述	198
11.2 模型描述与符号说明	200
11.3 基于供应中断的供应链运作性能分析	201
11.4 奖惩激励机制与收入共享合同	203
11.5 突发事件相关的参数的灵敏度分析	205
11.6 算例分析	209
11.7 本章小结	211
本章参考文献	212
第 12 章 基于后备供应商的应急采购策略	215
12.1 概述	215
12.2 模型假设与参数设置	218
12.3 推式订货模式 (N 模式) 的运作决策	220
12.4 推拉结合模式 (Y 模式) 的运作决策	226
12.5 完全推式的 N 模式和推拉结合的 Y 模式的性能分析	230
12.6 算例分析	232
12.7 本章小结	243

本章参考文献	244
第 13 章 资金短缺下基于风险态度的双渠道供应链协调策略	246
13.1 概述	246
13.2 基本假设和模型描述	248
13.3 模型分析	250
13.4 协调契约比较	267
13.5 算例分析	269
13.6 本章小结	273
本章参考文献	274
第 14 章 基于营业中断保险的应急采购决策	277
14.1 概述	277
14.2 文献综述	280
14.3 模型假设与符号说明	282
14.4 基于营业中断保险的供应应急管理模型	284
14.5 算例分析	289
14.6 本章小结	291
本章参考文献	292
第 15 章 供应中断情况下供应链的契约协调策略	294
15.1 概述	294
15.2 模型描述与参数设定	296
15.3 模型构建	298
15.4 主供应商的可靠性服从均匀分布下制造商的最优契约设计	304
15.5 算例分析	308
15.6 本章小结	310
本章参考文献	311

第 16 章 供应中断情况下基于中断信息获取的应急决策	314
16.1 概述	314
16.2 模式描述与参数设置	316
16.3 后知信息下基于后备供应的供应链性能分析	318
16.4 信息缺失下基于供应中断的应急决策	326
16.5 算例分析	328
16.6 本章小结	332
本章参考文献	333
第 17 章 基于情景分析的石油供应链可靠性应对策略	335
17.1 概述	335
17.2 中澳两国的石油供应链介绍	339
17.3 澳大利亚原油供应链的情景—应对分析	341
17.4 我国石油供应链的可靠性分析	345
17.5 本章小结	347
本章参考文献	347

引 言

第 1 章

基于供应中断的供应应急管理

1.1 概 述

1.1.1 研究背景

新时代的竞争已经由企业之间的竞争转化为供应链之间的竞争。加入供应链是许多企业获取竞争优势的重要途径，供应链是以企业的发展为基础建立的，主要包括原材料的采购、生产加工，直至产品的销售等一系列过程。供应链的建立能够提高企业整体的运作效率，保障生产制造各个环节间的相互合作，从而达到增值的目的，为企业谋取更多的收益。供应链节点企业必须保障各个链条之间依次有序地进行，彼此配合，确保整个链条顺利进行从而获取利润。由于供应链涵盖了从生产到销售的整个过程，每一道生产工序都需要上一道生产工序的半成品，必须确保整条供应链是不间断的，这样才能提高企业的生产效率。供应链的中断是企业不愿面对的问题，但是各种不确定因素频发使得供应中断时有发生。

2000 年，飞利浦公司位于美国辛辛那提市的工厂由于一场 10 分钟的大火，对其下游的制造商爱立信和诺基亚产生了截然不同的后果。2001 年“9·11”事件后，出于安全考虑，美国关闭了其与加拿大、墨西哥的边界，导致福特公司用于生产组装的零部件被阻挡在边界线外，不得不关闭其生产线。2003 年 4~6 月，我国的“非典”事件也影响了我国甚至全球企业的供

供应链，交通运输业损失 380 亿元，制造业损失 270 亿元，运费上涨 1~2 倍，企业供应链为此付出了沉重代价。2009 年，丰田汽车公司油门踏板的供应商由于设计问题存在严重的安全隐患，被迫召回凯美瑞、卡罗拉等车型 800 万辆。2011 年日本福岛大地震，许多汽车零部件供应商丧失产能，迫使本田、丰田、雷诺、尼桑等多家汽车企业停工停产，造成了巨大损失。2014 年 7 月，由于肉类供应商上海福喜出现严重的食品安全，作为下游的肯德基、麦当劳等快餐店被迫终止与福喜的合作关系，只好寻找其他供应商进行合作。同时比较大的突发事件还有 1999 年的“台湾大地震”事件、2002 年美国的“西海岸大罢工”事件、2004 年的“印尼海啸”事件、2005 年的“苏丹红”事件、2008 年“三鹿奶粉”事件。由此可见，采取积极有效的应急管理措施可以合理地规避供应中断风险，有时还能抢占没有采取应急措施或者管理不力的同行竞争者的市场份额从而提升市场占有率，但缺乏必要的应急管理措施，即使是世界知名品牌，也避免不了所造成的重大损失，甚至被迫退出市场或者破产。

供应链是一个复杂的系统，需要各个组成部分之间相互配合，只要其中某一个部分出现问题都有可能整个系统的中断或者崩溃。为了避免出现供应短缺甚至中断的情况，应该仔细研究供应链中上游供应商的脆弱性节点，深入分析导致供应中断的原因是由系统内部因素（正常工作出现的，产生于组织的运营）引起的还是由于外界环境（产生于供应链之外）变化引起的，弄清各环节之间的相互联系，分清供应中断发生的原因和蔓延扩散的机理，搞清供应中断可能带来的一系列影响，提前做好防御准备，尽最大可能减少供应中断造成的损失。

1.1.2 问题提出

根据供应链的结构不同以及发生中断的环节，可以将供应链的中断划分为四种类型：供应商零部件供应中断，生产运营过程中断，客户需求出现脉冲式波动以及供应链通讯和信息中断。供应中断是指供应商不能按时按量供应产品，构建供应链时应重点考虑供应商的评价与选择问题，应该如何在多供应商情况下合理地分配订单的问题，确保供应商能够按照要求准时按量供

给货物。生产中断是指生产企业的生产制造过程中发生中断，比如厂房机器设备不能正常运转，或者一些人为因素导致生产线不能正常加工，导致生产任务不能按时完成而导致的中断事故。需求中断是指由于消费者的需求观念或者心理行为、或者发生自然灾害等因素致使消费市场的需求发生重大变化，最终导致供应链崩溃。信息中断是指供应链中信息系统不灵或者失效导致信息无法正常传递出去而产生的中断。自然灾害的发生具有突发性和灾难性，难以控制，供应链所处的经济环境，比如经济危机等，这些都会引起供应链的中断，供应链的中断往往给企业带来巨大的经济损失。

供应中断主要是由自然灾害、人为因素等影响供应链某个节点企业出现突发事件的因素，导致供应链的上游企业无法正常供应，或者由于物流中断无法销售产品给下游企业，造成整条供应链的经济损失。制造商为了能够正常的生产产品，必须与供应商建立紧密的战略合作伙伴关系，保证原材料零部件能够及时地供应，从而保证生产的正常运行。制造商必须与供应商建立可靠的合作经营关系，提前做好预防准备，采取积极的应对措施，从而保障生产的顺利进行。

本书研究了供应链中上游供应商由于突发事件导致供应中断难以供货条件下下游的制造商应采取的预防性和响应性的供应应急系统设计和供应应急管理策略。从供应链脆弱点识别、应急预警系统设计、应急恢复策略、柔性能力投资、损失蔓延仿真等方面研究了供应应急运作管理的系统结构；从选择合适的供应商组合（单源、双源、多源）、认真分析各种风险危害（突发事件，包括自然灾害、政治事件、罢工、财务危机等）、识别重大突发事件密切关注其发展动态、创建有利于采取有效应急管理措施的协同组织与文化、通过仿真和优化方法制定有效应急管理的战略规划等角度，研究了基于供应商产能的供应应急系统设计和供应应急管理战略。

1.1.3 研究意义

1. 理论价值

研究了自然灾害等重大突发事件导致供应中断情况下，采取双源供应、