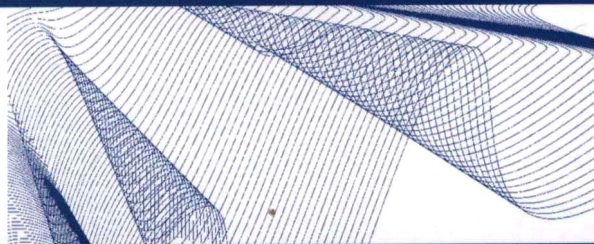


制造业供应链应急响应决策理论及其应用

ZHIZAOYE GONGYINGLIAN YINGJI XIANGYING JUECE LILUN JIQI YINGYONG

郑康宁 李孟刚 著

当今世界经济发展的多元化和全球化，致使供应链的竞争日趋严峻，供应链的精益化成为了全球竞争制胜的关键。供应链在精益化的模式下无疑获得了令人艳羡的收益，但是一再“瘦身”的供应链系统面对各类来自于供应链外部和内部的突发事件时，几乎没有留给企业任何可以渡过困境的决策资源储备，显现出了自身的致命弱点。突发事件



经济科学出版社
Economic Science Press

制造业供应链应急响应决策 理论及其应用

郑康宁 李孟刚 著



经济科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

制造业供应链应急响应决策理论及其应用/郑康宁,
李孟刚著. —北京: 经济科学出版社, 2012. 12

ISBN 978 - 7 - 5141 - 2745 - 4

I. ①制… II. ①郑…②李… III. ①制造业 - 供应链
管理 - 管理决策 - 研究 IV. ①F407.405

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 287806 号

责任编辑: 王志华

责任校对: 隗立娜 王凡娥

版式设计: 代小卫

责任印制: 王世伟

制造业供应链应急响应决策理论及其应用

郑康宁 李孟刚 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: 88191217 发行部电话: 88191537

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

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

北京季蜂印刷有限公司印装

710 × 1000 16 开 12 印张 160000 字

2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 2745 - 4 定价: 29.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 88191502)

(版权所有 翻印必究)

摘 要

当今世界经济发展的多元化和全球化，致使供应链的竞争日趋严峻，供应链的精益化成为全球竞争制胜的关键。供应链在精益化的模式下无疑获得了令人艳羡的收益，但是一再“瘦身”的供应链系统面对各类来自于供应链外部和内部的突发事件时，几乎没有留给企业任何可以度过困境的决策资源储备，显现出了自身的致命弱点。突发事件的不期而至，严重扰乱了供应链的正常经营活动，导致供应链运营成本提高，致使供应链正常计划延迟或停滞。决策者严谨的决策计划和“周密”的应急方案在突发事件面前束手无策，决策者不仅需要对这些决策方案进行调整，绝大多数情况需要生成新的应急方案。为了避免或尽量降低突发事件对供应链企业造成的不利影响，决策层需要在短时间内做出快速响应，否则突发事件事态的进一步蔓延，必定会给供应链系统带来扩展性的严重经济损失和信誉问题。所以，关于供应链应急管理的相关研究得到企业人士和学者的广泛关注。而且学者们普遍的观点认为，高水平的应急响应决策方法，对企业成功应对突发事件、降低企业损失起到了关键性的作用。故此，有关供应链应急响应决策方法方面的研究成为关注的焦点。

从探索供应链应急响应决策方法的角度进行的研究仍然处于刚刚起步的阶段。主要根源于供应链应急管理的相关研究滞后，而且供应链应急响应决策不同于常规决策，不仅需要考验决策者短时间的决策能力，还需要解决大量非结构化和半结构化的复杂决策问题，阻碍了学术领域对于供应链应急响应决策研究的深入。所以，从探索应急响应决策的结构化方法入手，为供应链决策者提供决策资源储备，具有

十分重要的现实价值和理论意义。

本书在总结和梳理国内外相关文献的基础上,发现完善的应急响应决策的结构化方法对于供应链企业在应对突发事件过程中扮演着越来越重要的角色。但是目前的研究存在两点关键的问题:一是忽视应急响应决策的非结构化特征;二是应急响应决策问题的结构化机制仍然不完善。本书所研究的非结构化决策是指,在突发事件应对过程中,决策者难以清楚、明了的确定决策情景,决策过程十分复杂,决策问题的定量化分析及表述困难。决策者没有可以遵循的模型,也没有解决问题的通用规律。决策者通常是根据目前掌握的情况和数据临时做出决定。本书从探索供应链应急响应决策的结构化方法入手,针对制造业供应链构建了一个较为科学的应急响应决策方法的结构化流程。本书的具体研究内容如下:

本书提出了基于决策情景的应急响应决策结构化的动态分析、表述及应急方案生成方法。在情景分析的基础上,研究供应链非结构化响应决策的影响因素和构成要素,提出非结构化决策问题的分析步骤,提出了一种情景—目标—条件的决策问题的结构化表述方法及应急方案生成方法,解决了当供应链企业没有可供参考的应急方案时的决策问题。采用可拓学转换桥方法和可拓策略生成方法,分别构建了变目标、变条件及目标与条件同时改变的矛盾问题的分析和应急方案生成方法,通过具体算例验证了分析方法及所建立模型的有效性。

当供应链企业有可供参考的应急方案,但现有的方案又不能完全适用于本次突发事件时,为了充分利用以往应急响应决策的经验案例,本书将 CBR 方法引入应急响应决策过程中,构建了可拓—高斯案例推理系统,用于供应链应急响应决策案例的存储及优选。为了适应应急响应决策案例非结构化的特征,便于响应决策案例的存储及优选,本书对传统 CBR 方法进行改进。在案例描述步骤,采用可拓学方法对非结构化案例进行描述。在计算案例相似度方面,提出了更适应于处理非结构化决策数据的高斯相似度计算方法,并采用模糊数学的方法度量模糊概念的相似性。在案例修正步骤,本书提出了采用可拓变换方法对相似案例进行修改。通过具体算例,发现运用可拓—高

斯案例推理系统进行案例优选，高斯相似度计算方法在获得最优决策案例的同时，能够较为明显地反映目标案例的个别特征与最相似案例的差异性。验证了系统具有更强的处理非结构化决策中非线性数据的能力。

在供应链应急响应的决策结构化机制研究中，本书将结构化机制分为方案生成准备阶段、方案生成阶段和方案执行阶段三个部分。分别提出了方案生成准备阶段的情景分析原则和供应链利益相关者协调原则；方案生成阶段的“经济性”原则和“有限”结构化的原则；在方案执行阶段研究了应急方案启动时机的确定和应急方案的评价。应急方案启动时机的确定方面，本书基于灰色理论，构建单个企业启动应急方案的灰色尖点突变模型。基于可拓理论，构建了供应链中两个企业启动应急方案的协调模型，并采用“声誉博弈”模型对企业启动应急方案的“搭便车”行为进行规避。在应急方案评价方面，为了恰当地分配权重，增强评价结果的可信性，采用可拓多级优度评价方法对应急方案进行评价，通过评价结果可以对方案进行修正和调整，将响应决策活动纳入良性循环，为日后的应急决策活动提供经验支持。

自序

2003年“非典”事件以后，真正在实质意义上揭开了中国应急管理研究的序幕。也许很多人会愤愤不平，认为中国对应急管理的研究和关注绝不仅仅始于此。的确这项研究应该开始的更早一些。但是，从宏观的国家政策层面到微观的企业决策层面得到全方位关注的时间正是始于2003年。

国外的应急管理研究要早于中国，尤其是美国的应急管理研究仍然处于世界的领先水平。特别是美籍华人于刚教授为美国的应急管理领域的发展做出了卓越的贡献。他为美国机场暴雪事件设计的应急管理方案，至今仍然是学术界引以为豪的应急理论与应急实践完美结合的一个典范。

中国的应急管理研究经过十几年的发展，也取得了斐然的成绩。尤其是清华大学的应急管理研究、哈尔滨工业大学的应急管理方向，以及北京交通大学的轨道交通的突发事件应对研究中，都取得了令人津津乐道的成绩，很多高水平的应急管理的学术论文在国外的重要期刊上发表。

目前国内的应急管理研究中，受到广泛关注的是供应链的应急管理问题，同时中国又是一个制造业大国，所以，中国制造业供应链的应急管理研究尤其受到学者的青睐。本书的研究一方面试图探索一条解决中国制造业供应链应急管理问题的方法；另一方面起到了一个抛砖引玉的作用，将这些应急管理中成熟的研究方法，应用到产业安全领域，丰富和拓展产业安全的研究框架。

郑康宁

2012年11月30日

目 录

第一章

导 论

一、研究背景	1
二、研究目的及意义	3
(一) 研究目的	3
(二) 研究意义	4
三、研究方法和技术路线	5
(一) 研究方法	5
(二) 技术路线	6
四、研究内容与本书逻辑框架	8
(一) 主要研究内容	8
(二) 研究对象界定	9
(三) 本书逻辑框架	9

第二章

供应链应急响应决策的相关研究现状

一、应急响应决策理论的相关研究	11
(一) 实时决策研究现状	11
(二) 信息紧急更新研究现状	12

(三) 面向突发事件的供应链应急响应决策的 相关研究	13
(四) 供应链应急响应的博弈关系及协调策略 研究现状	15
(五) 有限理性决策的相关研究	16
(六) 响应决策方法研究现状	16
二、决策中非结构化问题解决方法研究现状	17
(一) 决策的结构化方法研究现状	18
(二) 面向模糊决策信息的决策方法研究现状	19
(三) 基于可拓理论的非结构化决策方法研究现状	20
三、应急响应决策中的案例推理方法研究现状	22
(一) 案例推理方法在决策领域的应用研究现状	22
(二) 案例推理系统在非结构化决策领域的研究现状	24
四、研究现状评述	26

第三章

供应链应急响应决策的基本理论

一、决策中的行为博弈	29
(一) 行为博弈论	29
(二) 行为博弈的实验研究	30
(三) 行为博弈的模型研究	33
二、决策中的矛盾问题转化方法	36
(一) 策略生成与关键策略	37
(二) 转换桥方法	38
(三) 可拓评价方法	39
三、模糊决策的关键技术	40
(一) 模糊决策中的一致性关系	40
(二) 模糊决策中的一致矩阵	42
(三) 模糊决策中的去模糊机制	44

第四章

制造业供应链应急响应决策情景分析

- 一、供应链突发事件的特点 46
- 二、供应链应急响应决策的影响因素分析 49
 - (一) 响应决策的内部影响因素 49
 - (二) 响应决策的外部影响因素 50
- 三、应急响应决策的关键影响因素——扩散因素分析 53
 - (一) 供应链突发事件扩散方式分析 54
 - (二) 影响突发事件扩散的因素分析 56
 - (三) 扩散规律对决策情景分析的作用 58
- 四、应急响应决策的关键影响因素——利益相关者分析 59
 - (一) 供应链利益相关者角色及关系图 59
 - (二) 供应链利益相关者分析 61
 - (三) 供应链利益相关者的行为选择 62
- 五、应急响应决策的结构化分析方法 63
 - (一) 非结构化响应决策的含义 63
 - (二) 应急响应决策结构化的构成要素 64
 - (三) 非结构化应急响应决策的研究界定 66

第五章

制造业供应链应急响应决策问题的结构化及方案生成

- 一、响应决策问题的结构化表述 73
- 二、响应决策问题的界定 75
 - (一) 确定响应决策的情景 75
 - (二) 确定响应决策问题的求解目标 75
 - (三) 确定实现响应决策目标的条件 76
- 三、响应决策的可拓结构化方案生成分析 77

四、变目标响应决策问题的可拓结构化方案生成方法	78
(一) 变目标响应决策问题的形式化描述	79
(二) 变目标响应决策问题的转换桥共存度函数	80
(三) 变目标响应决策问题的转换桥可拓变换函数	81
(四) 用例	83
五、变条件响应决策问题的可拓结构化方案生成方法	90
(一) 确定响应决策的情景	91
(二) 建立响应决策问题的可拓模型	91
(三) 建立响应决策问题的关联函数	93
(四) 响应决策问题的拓展分析	94
(五) 响应决策策略的生成	95
(六) 用例	97
六、目标和条件同时改变的应急方案生成方法	101

第六章

制造业供应链应急响应决策的案例推理方法

一、应急响应决策的案例推理问题	103
二、基于案例推理的应急响应决策关键技术	104
(一) 基于案例推理的应急响应决策过程	104
(二) 非结构化决策案例的描述	105
(三) 非结构化案例的相似性度量	107
(四) 案例检索	115
(五) 基于可拓变换的案例修正	116
(六) 案例学习与存储	117
(七) 基于 k-means 算法供应链应急案例库的建立	118
三、可拓—高斯—案例推理系统	120
(一) 响应决策案例的描述及表征	120
(二) 响应决策案例检索	122
(三) 响应决策方案的调整	127

第七章

应急决策方案的启动与评价

一、响应决策的结构化机制分析·····	129
二、结构化方案生成的准备阶段·····	130
(一) 供应链突发事件的情景分析原则·····	130
(二) 供应链利益相关者的协调原则·····	131
三、结构化方案的生成阶段·····	133
(一) “经济”性的原则·····	133
(二) “有限”结构化的原则·····	134
四、结构化方案执行阶段——应急方案启动时机分析·····	134
(一) 应急方案的启动原则·····	134
(二) 启动应急方案的关键问题分析·····	135
(三) 单个企业启动应急方案的时机确定·····	136
(四) 两个企业启动应急方案的时机确定·····	140
(五) 基于“声誉博弈”模型的企业“搭便车” 行为的规避·····	142
(六) 两个企业启动应急方案的可拓变换模型·····	147
(七) 讨论·····	149
五、结构化方案执行阶段——应急方案实施的多级 可拓评价·····	150
(一) 应急方案评价指标体系的构建原则·····	151
(二) 基于多级可拓评价方法的应急方案评价模型·····	154
结 论·····	160
参考文献·····	163
后 记·····	177

第一章

导 论

一、研究背景

近十几年，世界范围内包括中国在内的许多国家都发生了诸多突发事件，包括恐怖袭击、传染性疾病、自然灾难等严重影响了供应链的正常经营活动。供应链常见的突发事件包括供给中断、生产设备意外毁损、需求信息变化等，这些事件不同程度地影响了企业的正常经营活动。供应链与单个企业相比而言，它更易于受到各类突发事件的影响，这主要根源于它的体系结构、参与主体的利益关系更复杂。突发事件可能对供应链供应、生产、销售、物流等各环节都产生了影响。在现实的决策中，突发事件发展的动态性和不确定性导致对供应链的影响也极具变化性，因此供应链的应急决策活动是针对突发事件进行的动态响应活动。

供应链上的成员企业或核心企业为了应对突发事件，通常采取两种应对方法：一是采取防患于未然的方法。这一方法在2003年“非典”之后体现得最为明显，从2003年开始，中国开始真正构建具有实际操作性的国家应对各类突发事件的预案，并要求各级政府部门和企业事业单位制订适合于各自特点的突发事件应急预案。企业通常采用事先制定应急预案的方法对突发事件进行预防。企业可以采取相应的

措施提高各种信息、市场需求等的预测精度，对各类生产设备进行周期性的检修，对人员进行定期的培训和演练等。相反，企业无法预测突发事件将会给市场需求造成何种影响，也无法确定突发事件将会发生在供应链的哪个环节，计划往往赶不上变化快，一些预案不仅不能提供较为合理的决策指导，反而因为结构化的程序而束缚了决策者快速应对突发事件的能力发挥。故此，在突发事件发生时，供应链企业需要在有限的时间内，根据突发事件的具体发生、发展的情况，判断预案的适用性，决定预案是否需要调整和修正，或者预案完全失效，这种决策方式为响应决策。二是针对突发事件进行的响应决策。这种响应是在应急预案失效，或者是预案经过修正和调整仍然不能使用的情况下，进行的相对“被动”决策方式。“被动”具有双层含义：一层是消极的“被动”，是指企业根据突发事件做出的应对措施，是一种被动的应对过程；另一层是积极的“被动”，是指企业在预案失效的情况下，在对突发事件的发展趋势进行分析和情景把握的基础上，短时间内生成新的应急方案，这一方案更加适用于本次突发事件，是一种开拓决策的过程，实际上是企业以一种更加积极的态度应对突发事件。

在应对突发事件和制订应急响应决策方案时，其目的是确保供应链的协调，故此需要有一套较为科学的应对方法指导响应决策活动，保证响应决策方案的制订、执行等能够有条不紊地进行。供应链应急管理中较为典型的案例为——诺基亚和爱立信的案例。在面对短短10分钟的生产线火灾，两个国际知名手机企业截然不同的应急响应决策方法，致使两家企业获得了不同的结果。而大多数企业应对突发事件的失败经验要多于成功经验。可见完善的应急响应决策方法对于一个企业具有决定性的作用，它在应对突发事件过程中扮演着越来越重要的角色。

突发事件应对失败的原因：一是忽视应急响应决策的非结构化特征。非结构化这一概念来源于计算机科学，对于一些难以用数量描述的声音和图像等信息称为非结构化信息。而应急响应决策中的非结构化是指突发事件的发展和演变等决策情景难以确定，决策问题难以定

量化表述，并有效地生成应急方案的响应决策活动。二是应急响应决策的结构化机制仍然不完善。“结构化机制”是否高效，对决策者应对突发事件具有至关重要的意义。目前关于供应链突发事件的运行机制不仅是一个较为宽泛的框架，应该具有可操作强、易于执行的特点。即从总揽全局的角度考虑，构建结构化运行机制。这方面的内容应该包括通过情景分析等方法预计突发事件可能的发展趋势，应急响应决策矛盾问题的结构化分析方法、方案生成方法、应急方案启动时机的确定、方案评价和应急方案的结构化调整、存储和再利用等方面。响应决策结构化机制是否科学，决定了决策的响应水平和应对突发事件的效率与效果。

突发事件对于供应链企业带来的影响是直接的或间接的。针对突发事件的应急响应决策是在外部条件变化后，决策者被迫做出的，类实时的、响应性的决策活动，信息搜集和处理受到高度的时间限制，可利用的各类资源条件非常有限。目前关于应急管理的理论研究和实践研究需要解决这类非结构化决策问题的方法，所以，这一研究具有重要的实践意义与理论价值。

二、研究目的及意义

（一）研究目的

本书针对供应链应急响应决策的结构化这一问题，以管理学、决策科学、计算机科学等多学科交叉的知识，采用可拓学理论、灰色理论、模糊数学、CBR 技术等，探索供应链应急响应决策的结构化方法，为供应链应急响应决策提供理论支持和决策借鉴，拟实现以下具体分项目标：

（1）研究基于情景的应急响应决策分析方法。

突发事件的动态发展特性，决定了决策情景的实时变化性。在突发事件应急响应决策中，对决策情景的确定是决策问题结构化的关

键。本书拟从决策情景的分析与确定方法入手，研究响应决策的结构化准则及问题的结构化表述方法。

(2) 研究应急响应决策问题的结构化分析方法及应急方案生成方法。

当供应链企业没有可供参考的应急方案时，本书在决策情景分析的基础上，研究非结构化决策问题的界定及表述方法为结构化决策方案的生成提供基础。在决策方案生成的研究中，本书拟就决策目标变化、决策条件变化，以及决策目标和条件同时改变的非结构化决策问题的策略生成进行研究，为响应决策的结构化提供有效的定量化分析工具和模型支持。

(3) 为实现非结构化决策策略的存储及优选，本书将 CBR 方法引入供应链应急响应决策研究中。

当供应链企业有可供参考的决策策略时，可以通过案例推理方案实现决策策略的优选。在分析传统 CBR 方法的不足后，本书拟对系统案例存储、检索和修改环节进行改进，为应急响应决策活动提供较为完备的经验支持。

(4) 研究供应链应急响应的决策机制。

从响应决策结构化机制完整性的角度考虑，拟就响应决策的结构化机制问题进行研究。在以往决策结构化的研究中，决策结构化机制问题常常被忽略，故此本书将决策问题的结构化机制分为应急方案生成准备阶段、应急方案生成阶段和应急方案执行阶段。本书拟就这三个阶段所遵循的原则进行研究，对第三个阶段的应急方案启动时机的确定和应急方案的评价两个方面进行重点研究，以完善应急响应决策的结构化方法。

(二) 研究意义

本书的研究依托于供应链应急管理这一前沿的学术问题，从探索完备和科学的非结构化应急响应决策方法出发，研究了非结构化响应决策方案生成、非结构化方案的存储与重用和应急决策的结

构化机制，解决响应决策中的关键问题。本书的研究具有如下意义：

(1) 丰富和完善了供应链应急响应决策理论。本书提出了较为完备的应急响应决策的结构化分析方法，有助于从全局的高度把握供应链应急响应决策的布局，从突发事件的情景分析、非结构化响应决策问题的结构化表述、决策问题的分析与应急方案的生成、方案启动时机的确定、方案执行情况 and 效果的评价，以及方案的存储与再利用，为决策者提供了一套科学的应急响应分析和决策流程。本书预期的研究成果，将在一定程度上丰富了供应链应急响应决策的理论，进一步完善应急管理的决策方法。

(2) 本书提出了基于情景的应急响应决策分析方法，提供提高供应链应急响应决策效率的具有可操作性的方法支持，构建相关的应急响应决策模型，模型包括供应链突发事件的情景分析模型、供应链应急响应决策问题的结构化表述及策略生成模型、应急方案启动时机的模型、应急方案的多级可拓评价模型和可拓—高斯案例推理模型。所构建的响应决策结构化模型，为应急管理提供了可操作性和可量化的方法论的支持，提高了供应链应急响应决策的科学性。

三、研究方法和技术路线

(一) 研究方法

为了研究科学的供应链应急响应决策结构化这一问题，本书采用了管理学、经济学、计算机科学的分析方法，运用了可拓学理论、灰色理论、模糊数学理论、声誉博弈模型和人工智能等技术为手段，研究了影响供应链应急响应决策的情景因素、应急响应决策问题的结构化表述方法和应急方案的生成方法、应急方案的存储与优选方法、应急响应决策方案的结构化机制（包括方案启