



福建省社会科学规划博士文库项目

Research on the Resilient Supply Chains
for Emergencies

应对突发事件的 弹性供应链研究

朱新球 著



社会科学文献出版社
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)



福建省社

Research on the Resilient Supply Chains
for Emergencies

应对突发事件的 弹性供应链研究

朱新球 著



社会科学文献出版社
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

图书在版编目(CIP)数据

应对突发事件的弹性供应链研究/朱新球著. —北京:社会科学文献出版社, 2015. 8

(福建省社会科学规划博士文库项目)

ISBN 978 - 7 - 5097 - 7877 - 7

I. ①应… II. ①朱… III. ①突发事件 - 供应链管理 - 研究
IV. ①D035②F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 173312 号

福建省社会科学规划博士文库项目
应对突发事件的弹性供应链研究



著 者 / 朱新球

出 版 人 / 谢寿光

项目统筹 / 王 绯

责任编辑 / 单远举

出 版 / 社会科学文献出版社·社会政法分社(010)59367156

地址:北京市北三环中路甲 29 号院华龙大厦 邮编:100029

网址:www.ssap.com.cn

发 行 / 市场营销中心(010)59367081 59367090

读者服务中心(010)59367028

印 装 / 三河市东方印刷有限公司

规 格 / 开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 14.5 字 数: 235 千字

版 次 / 2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月第 1 次印刷

书 号 / ISBN 978 - 7 - 5097 - 7877 - 7

定 价 / 59.00 元

本书如有破损、缺页、装订错误,请与本社读者服务中心联系更换

▲ 版权所有 翻印必究

出版说明

为了鼓励福建省青年博士在学术和科研领域勇于进取，积极创新，促进学术水平进一步提高，更好地发挥青年社科人才的作用，进而提升福建省社会科学研究总体实力和发展后劲，经福建省哲学社会科学规划领导小组同意，在 2010 年实施福建省社会科学规划博士文库项目计划（博士文库第一辑）的基础上，2014 年继续实施福建省社会科学规划博士文库项目计划，资助出版福建省社会科学类 45 岁以下青年学者的博士论文，推出一批高质量、高水平的社科研究成果。该项目面向全省自由申报，在收到近百部博士论文的基础上，经同行专家学者通讯匿名评审和评审委员会全体会议审议，择优资助出版其中的 25 部博士论文，作为博士文库第二辑。

福建省社会科学界联合会拟与社会科学文献出版社继续联手出版博士文库，力争把这一项目打造成为福建省哲学社会科学的特色品牌。

2014 年度福建省社科规划博士文库项目

编辑委员会

主 任：张 帆

副主任：林 辉 冯潮华 王日根

委 员：（按姓氏笔画排列）

刘小新 陈 飞 唐振鹏

黄茂兴 黄新宪

摘 要

近年来,突发事件的频发,经济的全球化,外包业务的增多,再加上精益生产理念的盛行,使得供应链越来越脆弱,客观上要求研究应对突发事件给供应链造成的冲击的理论和方法,以指导供应链的设计和实 践,使其能以最低的成本快速有效地从中断事件中恢复。综观国内外学者的观点,普遍认为在突发事件频发的当今,供应链弹性研究是一个意义重大,但是研究很缺乏的领域,当前有关供应链弹性的理论研究才刚刚起步,系统研究非常缺乏。本书正是基于此,以系统论、协同论、集成论、突变论、物流与供应链管理理论、博弈论等为理论基础,围绕应对突发事件的弹性供应链的构建、运作机制、弹性测评展开研究,试图揭示突发事件的演化机理,剖析突发事件对供应链的影响,构建应对突发事件的弹性供应链,阐述其运作机制,分析供应链弹性的影响因素,提出供应链弹性测评方法和弹性测评指标体系,并结合制造业的一家跨国公司进行弹性测评。全书由八章组成,具体研究内容如下。

第一章在综述国内外文献的基础上提出本研究的背景、目的与意义。

第二章分析了突发事件的概念、特征、分类及其演化规律,重点剖析了突发事件的演化机理、扩散路径及演化周期。

第三章探讨了一般供应链的风险主要来源,包括企业内部、企业间、供应链外部三个方面,分别指企业内部的过程风险和管理风险、企业间的需求风险和供应风险、供应链外部的环境风险。接着归纳了基于突发事件的供应链的风险类型,即信息风险、金融风险、物流风险和组织风险,并对两者的风险类型进行了比较和分析。同时,结合现有研究成果,总结了突发事件对供应链的影响因素。在此基础上,提出了突发事件影响下的供应链风险测评指标体系,并通过示例用模糊综合评价的方法,对基于突发



事件的供应链风险的测评步骤进行了说明。最后阐述了弹性供应链系统在应对突发事件时所发挥的作用。

第四章分析了应对突发事件的弹性供应链的需求主要有技术需求、资源稀缺需求和市场需求三个方面,提出了弹性供应链的设计过程中须遵循实用性、完整性、安全性和物流信息标准化四个方面的原则,进而从主体、客体、知识和技术四个层面提出了应对突发事件的弹性供应链的总体构架,并提炼了应对突发事件的弹性供应链的集成模式。最后提出了供应链管理系统的弹性提升策略。

第五章首先探讨了应对突发事件的弹性供应链的响应机制、约束机制、信任机制、信息共享机制、合作机制以及激励机制的各自内涵、作用机理及实现方式,并对弹性供应链协调管理机制的形成过程进行了分析。其次,阐述了弹性供应链协调管理中六种重要的协调管理机制,即决策协调机制、信任机制、合作机制、响应机制、激励机制及约束机制,并对各机制的内涵以及建立进行了充分的论述。最后,论述了弹性供应链协调管理机制的运行,从运行模式、运行准则和运行方式上给出了弹性供应链协调管理机制的运行过程,从而系统地建立了一套完整的应对突发事件的弹性供应链协调管理机制,为供应链应对突发事件协调管理活动提供了保障。

第六章构建了弹性供应链弹性框架模型,包括动荡、蓄意威胁、外部压力、资源限制、敏感性、连接性、供应商和客户中断、采购柔性、订单实现的柔性、资产、效率、可视化、适应性、预测、恢复、分散、合作、组织、市场定位、安全、财务优势等21个因素,并用探索因子分析法提取为能力和脆弱性两个维度,并提出了供应链弹性测评的方法,分析了能力和脆弱性内部各要素相对重要性。

第七章结合某跨国企业,描述了供应链弹性测评方法的操作模式,详细描述了弹性供应链测评方法在该公司的具体应用,并对测评结果进行了深入剖析,最后针对弹性水平评价结果,对该公司提出了中肯建议。

第八章总结归纳全书,指出本研究还须继续探讨的问题。

contents
目 录

第一章 导论	001
第一节 研究背景、目的与意义	001
第二节 国内外研究现状及综述	007
第三节 本书主要研究内容、研究方法	035
第二章 突发事件的特征与演化规律	039
第一节 突发事件的概念、特征与类型	039
第二节 突发事件的演化规律分析	044
本章小结	056
第三章 突发事件对供应链的影响分析	057
第一节 基于突发事件的供应链风险类型	057
第二节 突发事件对供应链的影响因素分析	063
第三节 基于突发事件的供应链风险测度与评估	066
第四节 弹性供应链的提出及其在应对突发事件中的作用	076
本章小结	091
第四章 应对突发事件的弹性供应链构建	092
第一节 应对突发事件的弹性供应链需求分析	092
第二节 弹性供应链设计原则与总体架构	095
第三节 应对突发事件的弹性供应链集成模式	099
第四节 供应链管理系统的弹性提升策略	101
本章小结	104



第五章 应对突发事件的弹性供应链运作机制	106
第一节 应对突发事件的弹性供应链响应机制	106
第二节 应对突发事件的弹性供应链约束机制	113
第三节 应对突发事件的弹性供应链的信任机制	117
第四节 应对突发事件的弹性供应链的信息共享机制	123
第五节 应对突发事件的弹性供应链合作机制	125
第六节 应对突发事件的弹性供应链的激励机制	131
第七节 应对突发事件的弹性供应链协调管理机制	137
本章小结	142
第六章 供应链弹性评价	143
第一节 应对突发事件弹性供应链的弹性框架模型构建	143
第二节 应对突发事件弹性供应链的弹性评价方法	158
第三节 评估结果和分析	162
本章小结	165
第七章 供应链弹性评价案例	167
第一节 企业简介及 SCRA 操作模式	167
第二节 弹性供应链测评方法在 M 公司的应用	168
第三节 总结和建议	175
本章小结	182
第八章 全书总结与研究展望	183
第一节 全书总结及主要创新点	183
第二节 研究展望	185
参考文献	187
附录 A	208
附录 B	214

第一章 导 论

第一节 研究背景、目的与意义

一 研究背景

在供应链管理文献中，主流是关于一般问题的风险管理。很多学者从传统方向研究如何应对来自市场的不确定性，从供应链波动风险的研究扩展到这些风险管理解决方式的研究。然而，市场的不确定性只是供应链风险来源之一。

Zsidisin (2001) 指出还有其他相关风险来源于供应商内部和供应市场。这些供应风险会很大程度影响组织获取盈利能力。例如，1999 年台湾地震造成很多高科技公司严重的经济损失，原因是很多工厂减产或是失去市场需求导致的供应受限。特殊情况下，供应中断会长期影响公司的供应链。如今，更重要的是，不仅要考虑单个公司的风险，还要考虑供应网的诸多链接。广而言之，供应链风险有很多不同来源和影响。Lindroth 和 Norrman (2001) 提出评估和配置供应链问题的架构。此架构从如下三个方面展开：分析单元（从单个后勤活动到整个供应网），风险类型（运作意外、运作灾难、策略的不确定性），处理风险的重点（风险分析、风险评估和风险管理）。然而也有部分学者从事直接与恐怖主义相关风险问题的研究，如 Sheffi (2001) 列出了各种问题，这些问题描述了如下三个主题：如何应付恐怖袭击的后果，如何加强安全性，公司和公共部门如何合作应对威胁。

Martha 和 Subbakrishna (2002) 指出大规模的恐怖袭击对供应链的影响

与自然灾害或者严重事故相似，同时也列出了近期成功和失败的管理案例，如2001年欧洲的手足口疫和1999年的台湾地震。

晚近的文章提供了非常有价值的观点：尽管恐怖主义对于供应链管理来说是一个新事物，但之前如何处理供应链断裂对当前关于其他风险来源的研究是很有帮助的。

然而，公司除了识别和评估风险之外，仍需要确保自己的建议正确有效，特别是那些需要增加其供应链安全性，排除危害其有效性的公司。为适应这种质量需求，Lee和Wolfe（2003）提出了可能达成“没有断裂的供应链安全”的目标。例如，提出加强安全性的策略的同时提高生产力。特别是，他们提出了一系列存在的可行性措施，这些措施主要有两种：一方面，这些方案的目标是保护安全突破口（如检查、信息保护、国际标准等）；另一方面，这些措施的目标是减轻供应链中断的后果，能够迅速反应（即整个供应网的可见性、来料的灵活性、平衡的库存管理、产品和制程的可重复设计性、管理基础上的需求）。最近一组方案是和现存的但相关的研究逐增的领域联系起来的，其目标是创建有弹性的组织。为了提供一种针对非预期中断的准备方式，Coutu（2002）提出了弹性组织的概念，名为“在逆境中可弯曲和反弹的能力”，这是心理学家的观念，适用于集中营中生存下来的人。

恐怖主义和其他风险威胁并不仅仅影响“物质上”的供应链，同时也影响公司的组织层面，甚至是整个集团策略。Shrader和McConnell（2002）探讨了如何将安全性和集团策略结合起来，从保护公司员工到业务，最后到整个网络、产品和信息流。该目标是将安全活动从额外成本来源转换到新利润来源，提升效率和发挥具有竞争性的优势，和之前提到的文章相符合。

这些文章的局限性在于缺乏实证性的依据：有些是纯理论，有些是建立在过去事件反应基础上的。它们当中还鲜见对公司的反应进行统计调查的，并且没有提出明确的方法让公司去有效应对供应链中断，也没有提出更为具体的测评供应链弹性以及增加安全性和弹性的方法。

二 研究目的

近年来，突发事件的频发，经济的全球化，外包业务的增多，再加上

精益生产理念的盛行,使得供应链越来越脆弱,客观上要求研究应对突发事件给供应链造成的冲击的理论和方法,以指导供应链设计和实践,使其以最低的成本快速有效地从中断事件中恢复。

本书拟构建应对突发事件的弹性供应链,剖析其运作机制,定量地研究测评供应链弹性的方法,并提出提高供应链弹性的策略,以丰富不确定性环境下供应网络运作理论,具体有以下几点研究目的。

① 明确突发事件的类型、特点,剖析其演化机理,探讨其对供应链的影响;

② 探寻应对突发事件的弹性供应链的构建框架及集成模式,揭示应对突发事件弹性供应链的运作机制;

③ 总结供应链弹性的影响因素,提出供应链弹性测评方法和弹性测评指标体系;

④ 结合制造业的一家跨国公司进行弹性测评,为实业界提供决策参考。

三 研究意义

本书的研究意义具体体现在以下三个方面。

(1) 应对突发事件弹性供应链的研究是供应链管理理论发展的迫切要求

经过大量学者在供应链领域几十年的探索,供应链管理理论发展越来越迅猛。

从开始集中于确定性条件下的供应商的评选、物流网络的设计、场站的规划、节点企业间的协调、契约和利益分配机制等问题的研究到后来,学者们从供应链管理实践中意识到确定性条件下的供应链研究的指导实践效能大受限制。于是,学者们开始对不确定性条件下的供应链展开深入研究,尤其是对供应链风险管理的研究。供应链不确定性来源于很多方面,其中两个最主要的方面是需求的不确定性和供应的不确定性。前者最具代表性的研究是牛鞭效应,后者最具代表性的研究是应对突发事件的供应链应急管理研究。

供应链风险管理最开始是借助于风险管理的理论和工具对供应链运作过程中的各种风险进行识别、测评、监控以便为供应链风险决策提供

依据。

由此可见,在供应链管理过程中,不论是生产计划的制订、节点企业间的协调和利益分配,还是供应链库存的供应商管理都是在供应链正常运作情形下实施的,很少考虑遇有突发事件时供应链是如何有效应对的。近年来,大量的供应链中断的事例告诉我们突发事件因其具有爆发的突然性、复杂性、破坏性和连锁性等特点导致供应链非常脆弱,极易受干扰,因此,研究应对突发事件的供应链管理理论显得尤其紧迫。

一般情况下,把供应网络能从突发事件中快速恢复到正常运作状态的能力称为弹性 (Sheffi, 2001)。由于供应链的设计到投入使用再到供应链的重新再设计,其间有一个很长的生命周期,即是说,当供应链设计完成后,它的投入运营通常会持续很长一段时间,因为它的转换成本很高。因此,在应对突发事件时,供应链设计一开始就要求根植“弹性”要素,确保当节点企业遭遇突发事件冲击时能够以最小的成本来应对,达到“以不变应变”的目的。

综观国内外学者的观点,普遍认为在突发事件频发的当今,供应链弹性研究是一个意义重大但是研究很缺乏的领域 (Cranfield Management School, 2002; Christopher, Helen Peck, 2004),当前有关供应链弹性的理论研究才刚刚起步,系统研究非常缺乏。

(2) 应对突发事件弹性供应链的研究是供应链管理实践发展的客观需要

全世界每年平均发生 134 次强烈地震 (里氏 6.0 ~ 6.9 级) 和 17 次主要或大型地震 (里氏 7.0 级以上)^[1]。尽管地震多发生在偏远或欠发达地区,但仍有一部分影响了经济活动的主要中心。而这些突发事件暴露了全球供应链的脆弱性。

在地震、海啸等突发事件的大规模的冲击下,现代化公司对于基础设施网络高度依赖。电话、电力、供水、供气系统以及铁路、公路和港口连接着公司与关键服务,连接着供应商和客户。在震后的一段时间,损坏的铁路系统、堵塞的道路以及处理个人事务等原因,造成居高不下的雇员缺勤率。很多雇员由于没有交通工具无法来上班,或者必须花费更多时间来保证其家庭的食物、医疗护理和住房安全。

日本一些处于行业领先地位的公司之所以可以崭露头角,部分是依赖

于它们标榜的“精益运营系统”，即通过协调从供应商到加工生产商的产品及时流动来生产出优质产品。日本公司，特别是主要汽车制造商，通过协调供应链将储存在它们工厂里的零部件存货量降到最低，使部件恰能满足装配线的生产需要，这就是精益运营模式。但是1995年1月17日的神户地震，暴露出精益运营系统的脆弱性。

虽然住友金属会社的大阪工厂没有被地震破坏，但是天然气供应和供水系统中断导致其生产停顿。这家工厂是丰田公司国内轿车生产分部使用的闸瓦部件的唯一来源。因为丰田依赖精益运营模式，它几乎没有额外闸瓦的存货。缺乏闸瓦供应导致日本大多数丰田轿车制造厂在迅速用尽了它们所能获得的闸瓦后被迫停产。丰田由于闸瓦部件短缺造成了约2万辆小汽车的减产，收入损失估计2亿美元。其他日本轿车生产商如本田、马自达、大发、三菱和尼桑公司也面临丰田公司类似的问题。这些公司由于部件供应推迟或中断造成了大约1.6万辆轿车减产^[2]。即使工厂完好无损，在被毁坏的基础设施周围重新安排卡车和铁路运输也要花费时间^[3]。神户地震也证明全球工业的密切相关性。日本经济地位在世界处于前列，几乎所有世界跨国公司在日本都有业务，许多业务设于神户地区。地震直接影响了一些公司，如礼来大药厂、卡特彼勒美国工业农业设备、得克萨斯仪器公司和国际商用机器公司（IBM）^[4]。受相邻的一家公司煤气泄漏事件的影响，宝洁公司在当地的总部不得不暂时关闭并且疏散工作人员。

神户地震使许多公司的供应商受到影响，甚至在神户没有运营的美国公司也间接受到地震的影响。比如，由于位于神户地区工厂的显示器生产中断，苹果公司不得不减缓其计算机的生产^[5]；由于部件短缺，克莱斯勒几乎停止了一些美国工厂的生产。

“9·11”、SARS、2008年春节期间中国南方雪灾事件使企业充分认识到供应链在人为事件及自然灾害面前的脆弱。自然灾害事件常被人们疏忽，没有危机意识，也就缺乏应对突发事件的预警机制。人为故意的失效事件则具有自适应（adaptive）的特点，当事人往往瞄准供应网络上最脆弱的环节下手。因此，仅仅靠提高供应网络的安全性难以有效阻止供应链中断事件的发生，单靠事后的应急补救同样难以达到最佳效果，因此，在设计供应链时，就应将弹性要求根植其中，确保供应链遭突发事件冲击中断后，能充分利用自身的设计能力快速有效地恢复正常运行。

(3) 应对突发事件弹性供应链的研究对我国企业进行跨国经营具有指导意义

近年来,我国对外开放向纵深方向发展的同时,国家鼓励企业积极走出国门,向国际市场迈进,参与国际竞争,发展跨国经营,实施走出去战略。走出去战略既是全球化经济发展的客观要求,也是我国经济发展和企业自身壮大的内在需求。例如,华为的研发国际化、海尔在全球建立生产基地、联想收购IBM个人电脑业务、TCL并购汤姆逊、吉利收购沃尔沃等一起起大手笔的跨国并购案,无一不显示了中国企业已经吹响了走出去的集结号。

中国企业进行海外收购是一把双刃剑,有利有弊。有利的是,中国企业通过兼并、收购、海外上市等多种途径可获取外方企业的产品、技术、渠道、品牌、资源等方面优势。不利的是,中国企业由本土化向跨国化转变的过程中,面临很多挑战,比如,文化的融合、战略的匹配等方面都存在很多的问题,其中还有一个引人注目的问题就是供应链的资源整合和再造。

重新设计和优化全球供应链必然涉及供应商的评选、物流网络的设计、场站的规划、节点企业间的协调、契约和利益分配机制等。我国企业以往多靠成本优势占领国际市场,成本竞争理念往往会导致供应网络设计以成本为导向,对风险因素则考虑不足。与中国本土市场相比,国际市场充满更多的不确定性和风险。跨国企业的供应网络系统面对更多的突发事件干扰,全球何时何地的事件几乎都可能会影响供应网络的正常运作。而同国际跨国大企业相比,走出去的中国企业相对非常弱小,在突发事件面前的一点闪失就会造成致命的打击。走出去的企业在进行供应链再造时要充分考虑供应链的弹性,以足够的准备应对突发风险事件,不至于在失效事件面前不堪一击,失去市场和信誉。例如,上汽集团收购韩国双龙汽车就是很好的例证,这起并购案因劳资纠纷引起全面罢工达20天之久,导致上汽减产约1.6万辆轿车,造成约30亿元人民币的直接经济损失。

因此,在中国企业跨出国门整合全球供应链资源的过程中,需要平衡好成本和风险的关系,既要保持成本优势,还要能从重大失效事件的冲击中迅速恢复,不能让好不容易建立起来的品牌、声誉和赢得的市场份额在突发事件的冲击下功亏一篑。本书的研究对于跨国企业的弹性供应链设计

具有现实的指导意义。

第二节 国内外研究现状及综述

一 有关供应链风险的文献综述

(1) 供应链风险研究

① 供应链风险的定义与分类研究

关于供应链风险的定义,比较典型的观点有三种。第一种观点认为供应链风险是由于各种无法预测的不确定因素的存在,供应链企业有受损的可能性。例如,Deloitte 管理咨询公司(2004)认为供应链风险是对一个或多个供应链成员产生不利影响或破坏供应链运行,使其达不到预期目标甚至导致供应链中断的不确定性因素或意外事件^[6]。第二种观点认为供应链风险是利用供应链系统的脆弱性对供应链系统造成破坏,给上下游企业以及整个供应链带来损失的潜在的威胁。代表性机构是克兰菲尔德管理学院^[7]。第三种观点是从供应链风险的来源角度探讨其定义的,例如,Zsidsin(2003)定义供应风险为货物的供应或服务显著消失或令人失望的失败^[8-9];Mihcael(2000)认为供应链风险存在于供应链管理五个层次(即存货管理、供应商管理、技术支持、预算和管理结构)之间,由于层次的不同而表现不同的风险程度^[10]。汪贤裕等(2008)认为供应链风险是能引起供应链资源组合与市场需求不匹配以致供应链资源组合竞争力下降的可能性^[11]。朱怀意和朱道立等(2006)将由供应链的各种不确定性所导致的供应链整体机能失调(指偏离供应链预期绩效目标)甚至中断的现象定义为供应链风险现象,产生这种现象的可能性及其危害即为供应链风险。供应链风险来源于供应链各个环节的各种不确定性因素^[12]。

与供应链风险的定义类似,众多学者从不同角度对供应链风险进行了分类,概括来说主要从以下两个方面进行划分。一是以风险源属供应链内部还是外部为依据,将其分为内部风险和外部风险。Kleindorfer(2005)把供应链风险分为来自供应和需求协调的风险和来自正常活动中断的风险^[13]。Helen Peck(2003)将整个供应链系统的风险类型分为以下三类:环境风险、供应链网络风险(链风险)和节点企业风险^[14]。陈长彬和缪立新(2009)将供应链风险分为三类。第一类是来自整个供应链之外的风

险：环境风险；第二类是来自企业外部、供应链内部的风险：供应风险和
需求风险；第三类是企业内生风险：过程风险与控制风险^[15]。二是以风险
生成特征为依据进行划分。Peter Finch（2004）在案例研究的基础上，将
供应链风险分为人为风险、信息风险等^[16]。党夏宁（2003）将供应链风
险分为效率风险、信息风险、资金风险和外来风险^[17]。

② 供应链风险识别与评估研究

在供应链风险识别研究方面，Sheffi（2001）从供应失败、运输失败、
设备实施失败、物流失败、信息交流失败和需求失败等方面进行识别^[18]。
Nagurney（2004）对外部环境风险、运作风险、自然灾害风险作了识别^[19]。
Kleindorfer（2005）从风险的结果出发识别两类风险：一类是来自
供应和需求协调的风险，另一类是来自正常活动中断的风险^[20]。晚春东、
齐二石和索君莉（2008）从静态与动态相结合的视角，探索性地提出一套
供应链系统运行整体风险评估指标体系，并对评估指标进行了定量或定性
辨识^[21]。

在供应链风险评估方面，风险评估主要解决两方面问题：一是测定风
险发生的概率；二是风险大小及转为危机时的后果或损失。在测定风险发
生概率方面，Rowe（1977）提出了五步风险估计过程：风险触发事件、风
险后果、暴露程度、后果类型及后果价值^[22]。Hal et al.（2003）指出了风
险事件发生的概率或可能性取决于风险暴露的程度和触发因素发生的可能
性^[23]。李莉（2008）构建了基于模糊熵的集群式供应链风险评估模型，
并通过实例验证该模型在集群式供应链风险评估中的实用性和有效性^[24]。

在风险大小及转为危机时的后果或损失方面，Crockford（1986）指出
风险事件发生的后果可用风险发生的可能性和潜在的损失严重程度来衡
量。^[25] Micthell（1995）认为可用风险发生的可能性乘以风险后果来计算风
险的大小^[26]。Carter et al.（1994）指出风险的大小可用成本、时间或质量
来衡量^[27]。

付玉和张存禄等（2005）将人工智能中的案例推理技术引入供应链风
险评估，初步定量评估了偶发供应链风险^[28]。董明（2007）针对供应链
面临的突发事件等不可预知风险，提出供应链抵抗偏差和破坏能力的鲁棒
性指标设计方法，并通过实证验证方法的有效性^[29]。张存禄和黄培清
（2004）将描述式数据挖掘的方法用于违约供应商的特征识别，将这些特