



中国物流专家专著系列·2017

ZHONGGUO WULIU ZHUANJIA ZHUANZHU XILIE

基于应急供应链的救灾物资 配送模糊决策研究

LOGISTICS

朱佳翔◎著

非
外
借



中国财富出版社
CHINA FORTUNE PRESS



中国物流专家专著系列·2017

ZHONGGUO WULIU ZHUANJIA ZHUANZHU XILIE

基于应急供应链的救灾 物资配送模糊决策研究

朱佳翔 著

中国财富出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

基于应急供应链的救灾物资配送模糊决策研究 / 朱佳翔著. —北京: 中国财富出版社, 2017. 9

(中国物流专家专著系列)

ISBN 978-7-5047-6592-5

I. ①基… II. ①朱… III. ①救灾-物资配送-供应链管理-决策系统-研究 IV. ①F252.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 240544 号

策划编辑 郑欣怡

责任编辑 邢有涛 杨 泉

责任印制 梁 凡

责任校对 孙丽丽 杨小静

责任发行 敬 东

出版发行 中国财富出版社

社 址 北京市丰台区南四环西路 188 号 5 区 20 楼 邮政编码 100070

电 话 010-52227588 转 2048/2028 (发行部) 010-52227588 转 307 (总编室)
010-68589540 (读者服务部) 010-52227588 转 305 (质检部)

网 址 <http://www.cfpress.com.cn>

经 销 新华书店

印 刷 北京京都六环印刷厂

书 号 ISBN 978-7-5047-6592-5/F·2820

开 本 710mm×1000mm 1/16 版 次 2017 年 11 月第 1 版

印 张 17.75 印 次 2017 年 11 月第 1 次印刷

字 数 300 千字 定 价 66.00 元

版权所有·侵权必究·印装差错·负责调换

前 言

近年来,随着各类重大灾害事件以及非常规突发事件的频繁发生,应急物流供应链管理的研究已经成为一个研究热点。为了提高各类重大灾害事件以及非常规突发事件的应急应变能力,必须协同组织社会各方面的资源,全面开展科学的应急管理与应急决策的研究。

《基于应急供应链的救灾物资配送模糊决策研究》一书从系统优化的角度出发,将应急供应链计划的定性研究与应急救灾物资配送的定量研究相结合、模糊算法理论研究与多目标决策分析方法创新的实践应用相结合、应急救援配送数据的确定信息与其缺失的不确定信息研究相结合,突出突发危机事件发生时应急救援配送的突发性、紧迫性及时变性等特点,在充分考虑信息数据的不确定性的情况下,针对基于应急供应链的救灾物资配送网络模型、应急救援配送的关键影响因素,开展不确定信息条件下的应急供应链模糊配送决策以及建立应急救援配送的模糊决策支持系统。本书采用方法创新与实证分析相结合的研究方法,但偏重于方法创新。

本书主要包括以下内容:

第1部分:理论与篇章导引(第1、2、3章)。

第1章:绪言部分。

第2章:应急救灾理论综述。分别对应急管理前沿理论以及应急物流供应链理论的国内外文献进行理论综述,述评国内外相关领域专家在上述研究中做出的贡献与不足,总结上述文献对本研究的启发。

第3章:救灾物资配送模糊决策理论基础。通过介绍救灾物资配送模糊决策理论,为以后章节救灾物资配送模糊决策建模奠定基础。



第2部分：应急战略与预案（第4、5章）。

第4章：基于应急供应链的应急战略。根据救灾物资供应链的时效性、柔性以及敏捷性等特征，提出基于救灾物资供应链的战略框架模型，分别就平时阶段、警戒阶段和战时阶段三个阶段进行应急物资供应链的流程分析，制订各个阶段的应急响应政策与整个救灾物资供应链的计划。

第5章：救灾物资配送预案研究。根据突发事件等级，制订包括救灾物资配送背景的辨识、评估、指挥协调、救援职责、物资配送人员和运输设备等具有一定层次结构的相互关联、一整套的救灾物资配送预案体系。并从背景模型、任务模型、资源模型三个方面构建救灾物资配送预案模型，奠定了本体系预案库建立的基础。

第3部分：优化与决策（第6~12章）。

第6章：救灾物资储备模糊优化与决策。分析救援前期、救援中期和后期等各救援阶段中对救灾物资的需求变化，确定救灾物资储备的三种储备方式。决策者通过对不同救灾物资的需求特点和三种储备方式特点，以及救灾物资送达时间、送达量、储备成本三个方面的不同要求进行定性分析，实现救灾物资与储备方式之间的对应，进而确定储备模式，构建救灾物资储备模糊优化与决策模型，并以云南自然灾害救助区实际情况及地震灾害特点为例进行算例分析，对模型进行简化，验证了模糊优化与决策模型的有效性。

第7章：救灾物资调度模糊多目标决策。为了实现救灾物资配送的公平与合理，动态满足灾民对衣物、药品等救灾物资的需求，从应急供应链视角分析了救灾物资调度与配送系统的功能，结合我国国情，建立由物资供应点、物资调配中心和救助供货中心组成的三层系统结构，并构建救灾物资调度模糊多目标决策模型，辅以救灾物流信息平台、物流技术支持平台等信息协调和指挥手段，合理地安排救灾物资的调运和分配。通过系列模糊算法验证不确定救灾环境下的模糊数学方法与模型能够得出详细的分配方案，可以作为各级救灾动员政府部门与应急供应链决策者进行科学救灾物资的调度、配送与分配的备选预案。

第8章：受灾区域救灾物资配送模糊变权优先决策模型。在突发事件发生后，对于受灾区域范围广、区域多等优先配送次序的决策问题，本章为了有效解决层次分析决策模型中因素状态变权向量的主观武断性，信息不完备

的模糊状态下的决策问题,给出一种不确定状态下变权的模糊层次分析决策模型,并在应用的算例中验证了模糊变权决策模型的优越性,可作为解决受灾区域优先配送决策等实际问题的决策分析工具。

第9章:基于时变需求模糊预测的救灾物资快速配送模型。受灾区域救灾物资需求模糊预测是应急供应链配送决策的首要一步。在突发性危机事件发生时,根据突发危机事件对各个受灾区域所造成的人员伤亡、财产损失、受灾面积等差异性特征,构建基于不确定信息的应急救灾物资需求模糊预测模型并进行仿真分析,验证了该模型可以在第一时间对受灾区域的应急需求做出快速反应,还可以在在一定程度上缓解应急救灾资源的匮乏,证明在救灾配送的实践中具有一定的应用价值。

第10章:基于模糊化改进的救灾物资配送多目标规划决策。基于救灾物资配送的特征,采用多目标规划的方法,并根据实际情况对目标函数进行模糊化改进,通过对突发事件下物资配送的算例进行模拟数值分析,验证了计算结果符合突发事件下应急物资配送的客观实际,救灾物资配送的多目标规划决策可为政府应急管理部门的应急物资配送决策提供一个有价值的参考。

第11章:救灾物资配送动态模糊灰色规划模型。基于信息不完备的灰色环境下的救灾物资配送系统,提出了融合模糊动态规划的灰色应急配送决策模型,并设计了一个典型救灾物资配送的算例进行分析,验证了该模型的科学性,为突发事件下的救灾物资配送决策者提供有价值的决策分析工具。

第12章:救灾物资配送路线优化与模糊路径选择。结合救灾物资配送的时变性、紧迫性等特点,给出了救援物资配送路线优化模型,在此模型基础上,给出救灾物资配送的模糊路径选择算法,并通过算例加以说明,对救灾配送网络的优化具有一定的理论意义。

第4部分:模糊决策支持系统(第13、14章)。

第13章:救灾物资配送模糊决策支持系统研究。根据前面的研究结果,为政府及应急救援配送部门提供有价值的决策工具,并构建基于应急供应链的救灾物资配送模糊决策支持系统。将上述模糊预测、模糊聚类以及模糊多目标决策等模型放在决策支持系统的模型库中,与受灾区域数据库、突发危机处理知识库等模块有机组合成模糊决策支持系统,并对系统反复模拟实验以验证其在突发危机事件处理过程中的实际运作效果。



第14章：救灾动员物流相关对策与政策建议。给出突发事件发生后救灾动员，救灾物资生产、储备与配送，救灾善后、灾区环境修复与重建等方面的政策建议。

本书可作为高等院校管理类学科的本科高年级教材，也可作为管理科学与工程、工商管理及公共管理等专业的研究生教学参考书，同时还可作为政府、企业管理部门及相关的高级管理人员开展本领域的管理与决策的入门工具书。

本书的推广对全面普及应急决策理论方法知识体系，提高全社会应急管理意识，促进应急领域合作创新思维的培养等，都具有一定的参考价值。

本书的出版得到国家社科基金项目“基于应急供应链的救灾物资配送模糊决策与支持系统研究”（项目批准号：12BGL104）的资助和国家社科基金重点项目“基于重大灾害中情景构建的应急物流安全动态协同决策与架构支持研究”（项目批准号：16AGL011）的资助，在此表示感谢。

由于作者水平有限和时间的仓促，书中不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

作 者

2017年7月

目 录

C · O · N · T · E · N · T · S

第 1 部分 理论与篇章导引

1 绪 言	3
1.1 技术路线	3
1.2 研究意义	3
1.3 研究方法	4
1.4 重点难点	5
1.5 主要观点和创新之处	5
2 应急救灾理论综述	6
2.1 应急管理前沿理论	6
2.2 应急物流、供应链理论	13
2.3 动员物流	15
3 救灾物资配送模糊决策理论基础	17
3.1 模糊集合理论概述	17
3.2 模糊决策基本原理	24



3.3 带模糊系数的多目标决策	38
3.4 模糊算法	40

第2部分 应急战略与预案

4 基于应急供应链的应急战略	51
4.1 应急供应链战略联盟	51
4.2 应急供应链合作伙伴选择	56
4.3 救灾物资制造供应链绩效评价	64
4.4 应急供应链战略框架模型	76
5 救灾物资配送应急预案研究	84
5.1 救灾物资配送应急预案结构	84
5.2 救灾物资配送预案背景模型	87
5.3 救灾物资配送应急预案任务模型	92
5.4 救灾物资配送应急预案资源模型	93

第3部分 优化与决策

6 救灾物资储备模糊优化与决策	99
6.1 救灾物资时变需求特征	99
6.2 救灾物资储备结构模型	103
6.3 数值分析	110
7 救灾物资调度模糊多目标决策	123
7.1 救灾物资调度问题	123
7.2 多供应点选择模型	124
7.3 算例分析	130

8 受灾区域救灾物资配送模糊变权优先决策模型	138
8.1 预备知识	139
8.2 不确定状态模糊变权原理	140
8.3 模糊变权层次分析模型	142
8.4 应急供应链配送算例	145
8.5 结语	149
9 基于时变需求模糊预测的救灾物资快速配送决策模型	150
9.1 救灾物资配送系统	150
9.2 时变需求模糊预测模型	151
9.3 救灾物资快速配送决策模型	157
9.4 数值分析	161
9.5 本章小结	172
10 基于模糊化改进的救灾物资配送多目标规划决策	174
10.1 救灾物资配送算法模型	174
10.2 基于模糊化改进的救灾物资配送多目标规划模型	174
10.3 数值分析	179
10.4 本章小结	186
11 救灾物资配送动态模糊灰色规划模型	187
11.1 预备知识	187
11.2 基本假设和符号	189
11.3 数值分析	195
11.4 本章小结	197
12 救灾物资配送路线优化与模糊路径选择	198
12.1 救灾物资配送路线优化模型	198
12.2 算例分析	202
12.3 复杂救灾物资配送网络	204



12.4 救灾物资配送模糊最短路径算法	214
---------------------------	-----

第4部分 模糊决策支持系统

13 救灾物资配送模糊决策支持系统研究	225
13.1 逻辑模型	225
13.2 救灾物资配送模糊决策系统结构	226
13.3 本章小结	242
14 救灾动员物流相关对策与政策建议	244
14.1 救灾动员	244
14.2 应急物资生产与调拨	251
14.3 救灾善后与重建	253
结论与展望	256
参考文献	257

第1部分

理论与篇章导引

1 绪 言

本书得到了国家社科基金项目的资助，项目批准号（12BGL104）^①，在此表示感谢。在课题组成员的共同努力下，历时近三年完成了本研究，希望得到应急物流、供应链管理专家的认可。本书可为应急管理与应急物流供应链理论的发展做出贡献，为政府以及相关救灾决策部门应对突发事件下的救援、物资配送等方面提供决策支持。

1.1 技术路线

本书技术路线如图 1-1 所示。

1.2 研究意义

（1）制订基于应急供应链的救灾物资配送决策以应对各种信息失效所带来的冲击，具有重要的理论和现实意义。

（2）本书创新模糊算法理论并应用于应急供应链的配送决策与支持系统，不仅可以丰富模糊数学、数据挖掘及决策分析等理论的研究内容，更重要的是在实践应用上，在自然灾害等突发性危机事件发生时，为政府和国家应急救灾部门提供有价值的决策分析工具。

^① 国家社科基金资助项目“基于应急供应链的救灾物资配送模糊决策与支持系统研究”（12BGL104），于 2015 年 5 月完成。

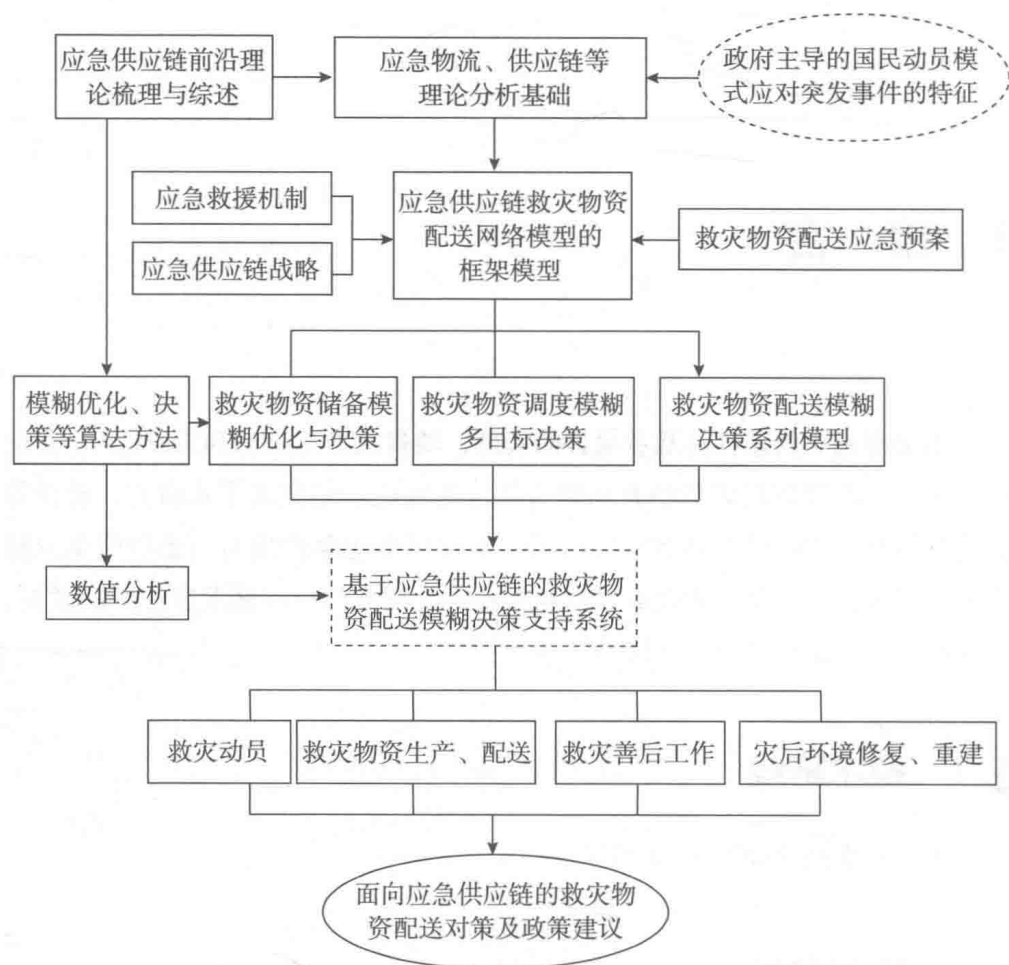


图 1-1 技术路线

1.3 研究方法

本书采用方法创新与实证分析相结合的研究方法，但偏重于方法创新。在方法创新方面，拓展了模糊预测、决策等方法，并考虑时间变化对受灾区域救援物资动态需求的影响。在实证分析方面，主要通过对近年来国内外几次大的突发危机事件中应急救援配送实例进行案例分析与实证分析，并运用所构建的模糊预测、决策模型进行模拟仿真分析，验证提出的模糊预测、决策等算法工具的科学性以及决策支持系统的实用性。

1.4 重点难点

(1) 本书探讨突发危机事件下救灾物资配送的机理、应急供应链伙伴的最优合作模式及最优物流配送模式,通过逻辑推理、数值分析等步骤,构建一个具有时变特征的应急供应链分析框架,为应急供应链救灾物资配送决策的实施提供研究基础。

(2) 本书以模糊算法理论为基础构建救灾物资需求模糊预测模型、基于模糊聚类的救灾物资优先配送决策模型以及基于应急供应链的模糊多目标决策模型,并建立基于应急供应链的救灾物资配送模糊决策支持系统。

1.5 主要观点和创新之处

(1) 主要观点

在处理突发危机事件时应注重预防为主,遵循常态与非常态相结合的原则;突发危机事件发生后是应急项目全面启动的阶段,应急救援供应链中的成员按照平时设计的运作预案有条不紊地开展救灾物资配送计划。

(2) 创新之处

①构建基于应急供应链的应急救援供应区、应急救援配送中心与应急救援需求区一体化的救灾物资配送网络模型,为后续研究提供基础。

②构建救灾物资需求模糊预测模型、基于模糊聚类的救灾物资优先配送决策模型、基于应急供应链的模糊多目标决策模型以及决策支持系统,为政府和应急管理部门提供有价值的数值分析工具,并拓宽应急供应链中物资需求、配送理论研究的范围与方式。

③以突发危机事件为例进行实证分析和模拟仿真分析。研究非常规突发危机事件下满足不确定信息环境的快速救灾物资配送模式,提出救灾物资配送模糊决策支持系统并给出政策建议。

2 应急救援理论综述

近年来,国内外各类重大灾害事件频繁发生,如2001年美国“9·11”事件,2003年SARS(“非典”),2004年印度洋地震海啸,2005年人禽流感,2006年美国卡特里娜飓风,2008年中国南方雨雪冰冻,2008年中国汶川特大地震,2008年中国三鹿奶粉事件。以2008年的南方雨雪冰冻灾害为例,灾害引发一系列问题:高速公路封道、车站旅客滞留、空港被迫关闭、通信线路不畅;贯穿南北的电气化大动脉也因断电而瘫痪,对华中电网、华东电网和南方电网等也造成重创,湘、鄂、粤、苏、浙、皖、云、贵、川等地区电力告急;雨雪冰冻灾害还给农业特别是南方地区蔬菜和油菜籽的生产以及畜牧业、林业等产业带来严重影响。这次雨雪冰冻灾害应对过程中出现的一些问题也值得深思:信息沟通不畅,资源情况不明,次生、衍生灾害信息分析不够,以及广东火车站大面积人员拥堵等问题严重影响社会和人民生命财产的安全。提高重大灾害事件的应急能力已成为管理理论界关心的热点问题。整个应急物流供应链体系涉及救灾物资生产、救灾物资储备、监测预警、救灾物资配送与恢复重建等物流供应链活动,面向复杂灾害事件场景的真实应急物流体系中存在许多模糊、不确定性决策因素。因此,本章以应急物流与供应链理论为基础,首先介绍应急救援理论的相关概念与文献综述,其次介绍模糊优化与决策等的相关原理与方法。

2.1 应急管理前沿理论

应急管理是近年来出现的一门新兴学科,对其概念的描述多种多样,精准的定义仍然难以确定。美国对应急管理的研究较为前沿,专家们认为风险