

现代物流前沿

突发事件下 应急物流 资源布局问题研究

董银红 / 著

TUFA SHIJIANXIA YINGJI WULIU
ZIYUAN BUJU WENTI YANJIU



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

013045461

现代物流前沿

F253

70

湖北省社会科学基金项目「十二五」规划资助课题

突发事件下 应急物流 资源布局问题研究

董银红 / 著

TUFA SHIJIANXIA YINGJI WULIU
ZIYUAN BUJU WENTI YANJIU



北航

C1653888



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

F253
70

104240810

内容提要

本书主要采用运筹学的方法来研究应急物流资源布局问题,主体部分从第三章开始,以后的每一章都分别介绍一个数学模型。这些模型虽然都是介绍应急物流设施中心的选址和资源配置问题,但是视角不同,也都相对独立。对于一个运筹学模型,首先必须遵从一定的假定,在假定基础上,给出模型思想,建立数学模型,提出相应的算法,给出数值试验。本书主体的几章基本上都是按照这种框架进行的。文章的假定来源于现实情形,给定的数值试验能验证模型和方法的可行性。

策划编辑:杜丽丽

责任编辑:张水华

图书在版编目(CIP)数据

突发事件下应急物流资源布局问题研究/董银红著.

—北京:知识产权出版社,2013.2

ISBN 978-7-5130-1873-9

I. ①突… II. ①董… III. ①突发事件—物流—资源
管理—研究 IV. ①F253

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第021159号

突发事件下应急物流资源布局问题研究

TUFA SHIJIAN XIA YINGJI WULIU ZIYUAN BUJU WENTI YANJIU

董银红 著

出版发行:知识产权出版社

社址:北京市海淀区马甸南村1号

网 址: <http://www.ipph.cn>

发行电话:010-82000860 转 8101/8102

责编电话:010-82000860 转 8389

印 刷:知识产权出版社电子制印中心

开 本:787mm×1092mm 1/16

版 次:2013年5月第1版

字 数:128千字

邮 编:100088

邮 箱:bjb@cnipr.com

传 真:010-82005070/82000893

责编邮箱:miss.shuihua99@163.com

经 销:新华书店及相关销售网点

印 张:12

印 次:2013年5月第1次印刷

定 价:38.00元

ISBN 978-7-5130-1873-9/F·590 (4717)

出版版权专有 侵权必究

如有印装质量问题,本社负责调换

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 应急管理及应急物流概念界定	5
1.2.1 突发事件及其应急管理概念界定	5
1.2.2 应急物流及其作用	6
1.2.3 应急物流与一般商业物流的联系与区别	7
1.2.4 应急物流体系初探	9
1.3 研究问题的提出	12
1.4 研究思路和主要内容	15
1.5 研究意义与创新点	20
1.5.1 研究的现实意义	20
1.5.2 研究的理论意义	22
1.5.3 研究创新点	27
第 2 章 文献综述	29
2.1 物流系统与物流资源布局	30
2.2 国内外应急管理理论与实践综述	33
2.2.1 关于应急管理概念的讨论	33

2.2.2 国内外应急管理及其实践评述	35
2.3 国内外应急物流管理理论综述	39
2.4 应急物流资源布局的模型与算法综述	42
2.4.1 基于灾情的应急物流运筹模型概述	43
2.4.2 应急物流配送中心选址模型综述	44
2.4.3 应急物流资源配送研究	47
第3章 基于需求分配的应急选址双层规划模型与算法	54
3.1 引言	54
3.2 模型假设与符号定义	57
3.2.1 模型假设	57
3.2.2 符号定义	60
3.3 应急物流双层规划模型的建立与分析	60
3.3.1 双层规划的思想与模型	61
3.3.2 应急物流资源配置的双层规划模型	63
3.3.3 离散双层规划选址模型的性质与算法	66
3.3.4 离散双层规划选址模型的算法思想	69
3.4 应急物流双层规划模型的求解与数值分析	70
3.4.1 隐枚举—下降算法	71
3.4.2 数值实验与参数分析	74
3.5 结语	77
第4章 应急资源布局最大覆盖模型与数值比较	79
4.1 引言	79
4.2 一般服务系统的资源布局模型	82

4.2.1	最大覆盖选址模型回顾	82
4.2.2	最大覆盖选址模型 MCLP	84
4.2.3	最大覆盖选址模型 QM-CLAM	86
4.2.4	MCLP 概念模型和 QM-CLAM 模型的比较	90
4.3	应急物流系统的加权最大覆盖区域分配模型	91
4.3.1	模型介绍	91
4.3.2	模型假设和符号定义	93
4.3.3	应急物流系统的加权最大覆盖资源布局模型	95
4.4	应急物流系统资源布局的概率最大覆盖模型	
	数值实验	98
4.4.1	应急服务中心只有一个服务台情况	98
4.4.2	多个服务台情况下的数值试验	106
4.4.3	试算结果分析	108
4.5	结语	108
第5章	蓄意破坏的应急设施防护模型与试验	110
5.1	引言	110
5.2	常见的几种破坏和防护模型	114
5.2.1	符号定义	114
5.2.2	破坏模型	115
5.2.3	最优防护模型	117
5.3	基于蓄意破坏的最优防护双层规划模型	119
5.3.1	基本假设和符号定义	120
5.3.2	基于破坏—防护的双层规划模型	121

5.3.3	模型求解评述	123
5.4	应急设施破坏—防护模型的数值试验	125
5.5	结语	133
第6章	不同情境下应急资源布局的鲁棒模型	135
6.1	引言	135
6.2	应急资源布局问题的鲁棒优化模型	139
6.2.1	模型假设和符号定义	139
6.2.2	鲁棒优化模型	140
6.3	应急资源布局的期望值模型	142
6.4	应急资源布局两种模型比较	143
6.4.1	两种模型建模思想比较	143
6.4.2	第一种模拟情形与数值分析	144
6.4.3	鲁棒模型与期望值模型的数值比较	148
6.5	关于数值结果的进一步说明	151
6.6	结语	153
第7章	总结与展望	155
7.1	应急决策理论与方法评述	156
7.2	主要研究结果和创新	159
7.3	有待研究点与未来展望	163
参考文献		167

第1章 绪 论

1.1 研究背景

“天有不测风云，人有旦夕祸福。”从古至今，人类就不断地遭受各种突发灾害的侵袭，这些自然灾害、人为灾害及复合型灾害不仅严重影响了人类社会的正常生产和生活秩序，也给人民群众的生命财产安全造成了巨大损失，有些还产生了严重的连锁反应。1978

年我国的唐山大地震,造成了40余万的人身伤亡,给城市以毁灭性的打击。1998年,在我国长江、嫩江、松花江流域暴发严重的洪涝灾害,造成了2551亿元的财产损失^①,大量沿岸居民流离失所。2001年,美国“9·11”事件造成了3173人死亡及超过3000亿美元的直接损失和5000亿美元的间接损失,世界经济的增长率因此也减少了1个百分点。2003年传染性非典型肺炎(SARS)的迅速蔓延,短时间内造成全球病例8459例,其中我国就达7773例;另外,SARS使亚洲GDP损失180亿美元,中国内地GDP损失61亿美元。而发生在2008年的汶川大地震,更是造成了近7万人遇难、约1.8万人失踪的惨剧,直接经济损失达8451亿元人民币^②。

面对这些突发事件,尤其是自然灾害、公共卫生事件和社会安全事件等,积极应对成为各国和地区解决这些突发事件的基本手段。“9·11”事件发生后,美国政府成立了国土安全部,对内对外政策也发生了相应的调整,目前在重大事故应急方面,已经形成了以联邦法、联邦条例、行政命令、规程和标准为主体的法律体系和比较完善的应急管理组织体系,全面覆盖了美国本土和各个领域。与此同时,应急管理理论也进一步得到发展,并逐步应用到各个公共突发事件的危机处理中。目前,国外对应急管理的组织结构、演化规律、风险控制等理论都有一定程度的积累和创新。

① 1998年我国洪水损失2551亿元[J].水文,1999(3).

② 胡锦涛.胡锦涛同志在汶川大地震总结表彰大会上的讲话[OL].中国新闻网.

我国的应急管理在这几年也得到了相当的重视。从我国的具体情况分析,突发事件发生的概率也在加大。一方面,我国是世界上自然灾害发生最为严重的国家之一,灾害的种类多,发生频率高,分布区域广,造成损失大。特别是近年来,自然灾害造成的损失呈明显上升趋势,民政部发布的《2008年民政事业发展统计公报》显示,2008年我国各类自然灾害造成88928人死亡和失踪,因灾直接经济损失13547.5亿元,比2007年增加473.3%^①。另一方面,现代化带来的社会系统风险开始释放。国际经验显示,我国人均GDP超过1000美元,社会发展开始进入黄金时期,同时也进入风险高发期。根据国家统计局公布的数据,2008年,我国人均GDP已达到3313美元,进入高风险社会(童星,2007)。经历改革开放带来的资源扩散和重新聚集之后,我国社会的贫富差距、城乡差距、地区差距继续拉大,社会结构高度紧张,各种利益诉求激烈交锋,我国已经进入了突发公共事件的多发期。目前,我国应急工作基础比较薄弱,体系、机制、法制还不完善,预防和处置突发公共事件的能力亟待提高,并没有一个真正意义上类似于美国的应急管理体系。但在2003年“非典”事件以来,我国已经认识到建立快速有效的应急反应机制的重要性,2005年,国家级的全面应急管理办公室成立;2006年,国务院发布了《国家突发公共事件总体应急预案》;2007年,国家颁布实施了《中华人民共和国突发事件应对法》。同年,党的十七大又进一步指出要完善突发事件应急管理机制。2009

^① 来源于中国新闻网2009年5月22日报告。

年上半年开始,肆虐全球的甲型流感,在我国得到了较为有效的遏制。不难看出,近年来,我国应急管理工作已经步入快车道,并取得良好的效果,同时也应该看到,我国在应急管理工作方面起步较晚,基础相对薄弱,还有很长的路要走,对自然灾害救援和突发事件处理的研究仍然十分迫切。

应急管理的研究与实践成为管理学科一个新的研究热点。应急物流及其相关课题的研究是应急管理领域一个重要的研究方向,它的目标是在重大突发事件爆发时,研究如何运用各种运输工具尽快将特定数量与种类的应急物资运送到指定的灾害或事件发生地的物流活动,如何经济上最有效率,结果上最有效果地完成运输活动。应急物流的重要性在此次汶川大地震中得到了充分体现,如由于道路交通受到严重损坏,抗震救灾物资设备等根本无法及时运抵所有灾区;而这些来自于不同渠道、分属不同类型的物流,由于没有统一的指挥调度,在流向、流程、流速等方面均不同程度地存在杂乱无序的现象;加之灾区各个收容点的需求也不尽相同,很难做到平衡的供需匹配。因此,对应急物流的阶段划分、各阶段的运作方式、物流设施设计、运行流程等方面进行研究,进而建立一套适合实际需要的准确、快捷的应急物流系统,既是我国高效率应对突发事件发生时确保人民生命财产安全的需要,也是我国经济建设和社会稳定发展的必然需求,具有十分重要的意义。

1.2 应急管理及应急物流概念界定

1.2.1 突发事件及其应急管理概念界定

突发事件 (emergency) 尤其是大规模突发事件是指突然危及人民的生命安全, 能招致重大伤亡和财产损失的紧急事件, 它严重影响了发生地区的正常社会生活秩序。大规模突发事件后果严重, 但发生的概率小, 区域的应急人员通常难以应对这类事件。例如, 地震、飓风、洪水、火山爆发等自然灾害和重大的生产事故, 以及恐怖分子的爆炸、生物的或化学的袭击等^①。

与常见灾害和一般危机相比, 突发事件具有不确定性、严峻性、时间紧迫性和资源有限性等特点。不确定性主要表现为危机发生的时间、地点、规模、性质可能出乎意料, 人们无法有效掌握这类重大突发事件的演化规律, 从而难以作出准确的预测和调度; 严峻性主要指突发事件会对人民群众的生命财产安全、国家财产安全、社会政治稳定带来严重的甚至破坏性的影响; 时间紧迫性主要指决策的制定时间短、决策的执行时间短; 资源有限性主要是指人们的思想观念、现有的法规政策、人力资源和资金、物资很难在短时间内到达紧急需求者的手中。

^① 韩继业: 在武汉大学最优化理论、应用前沿讨论班上的讲话。

正是因为突发事件会给人民、国家和整个社会带来巨大的影响，因此有必要在突发公共事件爆发前、爆发后、消亡后的整个时期内，用科学的方法对其加以干预和控制，使其造成的损失最小，这就是我们通常所说的应急管理。突发事件的应急管理一般被认为包括：针对突发事件前的资源布局、突发事件风险评估、检测监控、预测预警、应对决策、救援处置、恢复重建等几个方面。最大限度地减少灾难对生命和财产带来的损失，降低灾难的影响，尽快恢复正常的社会生活秩序，是突发事件应急管理工作的最重要的任务和目标。

1.2.2 应急物流及其作用

作为应急管理的一个重要组成方面，应急物流管理对于迅速缓解灾难的影响、减少灾区人民的生命和财产损失起着不可替代的作用。应急物流是指以提供突发性自然灾害、突发性公共卫生事件等突发性事件所需应急物资为目的，以追求时间效益最大化和灾害损失最小化为目标的特种物流活动。王丰（2007）认为，“应急物流是为了应对严重自然灾害、突发性公共卫生事件、公共安全事件及军事冲突等突发事件而对物资、人员、资金等的需求进行紧急保障的一种特殊物流活动”。Transportation Research 的主编曾经在 2007 年开辟的应急物流管理专栏中指出，“应急物流管理是一个过程，该过程集计划、管理和控制于一体，并将信息和服务从起点有效率地流向目的地，使得能够满足在紧急情况下受到影响的人们的

紧急需求。”从上面分析可以看出，无论哪种定义，对于应急物流的本质使命，目标的把握都非常清晰，应急物流是针对非常规需求的物流。

整个应急物流管理的目的是用少量的钱预防灾难，用最小的代价去缓解灾难。在突发事件发生前，需要考虑各种突发事件发生的可能性，对突发性事件的应急物流要进行战略规划。突发事件发生时需要及时更新受灾信息，快速反应信息、调整计划，迅速做出救援行动准备。事件发生后，需要根据需求状况做好应急物资的调度，最快地达到需求区。例如，地震发生后，需要考虑死者安葬、伤者救助、卫生防疫、灾后重建、恢复生产、恢复秩序等问题。如若不然，受灾面积、人员、损失将会进一步扩大，这样会给整个社会和经济带来巨大的灾难。大量的应急物资从各个地方运往灾区，是一个庞大复杂的系统，涉及物流链的方方面面。因此，加强应急物流研究，建立完善的应急物流体系，探讨科学的应急物流管理理论和方法，对提高我国应急物流管理水平和突发事件保障能力具有战略意义。

1.2.3 应急物流与一般商业物流的联系与区别

应急物流与普通物流一样，由流体、载体、流向、流量、流程、流速等要素构成，都是按照相应的组织流程来实现一定战略任务的管理活动，具有空间效用、时间效用和形质效用。但是，一般商业物流和应急物流由于面对着不同的情境，所以在其活动的目标、标

准、约束条件上又各不相同。

普通物流既强调物流的效率,又强调物流的效益,而应急物流在许多情况下是通过实现物流效率而来实现物流效益,对于特定的突发事件,应急物流的时间要素目标甚至要远远高于应急物流的成本要素目标。

另外,与一般的商业物流相比,应急物流在统筹和操作上更加复杂和困难,具体来说,主要有以下区别:首先表现在外部环境上,在一般商业物流中,企业基本能够掌握物流外部环境的相关信息,而物流外部环境很少发生变化,但在应急物流中,影响受灾地区的应急物资需求的信息,如诱发灾难的原因、伤亡情况在灾难发生初期很难掌握,只能通过历史数据进行预测,这种预测往往由于诱发原因的非概率不确定性而变得不可靠,这就大大降低物流配给工作的准确性;其次,二者在物资的稳定性和可控性上有较大的区别,在一般商业物流中,物资配给和供应数量都是按照事前规划经过精确测算的,但在突发情况下,决策者一方面难以对应急物资进行有效的控制,另一方面对不同受灾地区的对于应急物资的需求也难以有效掌握,因此救援组的快速反应能力受到了更大的挑战;第三,一般商业物流是按照流程规范,以按部就班的方式进行物资供应,但在应急物流中,由于突发事件而导致的基础设施的破坏可能为救援物资的调运带来更多不可确定的风险,也会导致应急物流网络建设的难度增加,而这些应急物流网络必须在限定的时间内完成,这就使得应急救援工作更加紧迫;第四,一些大型的跨地区的地质灾害,如2005年的东南亚大海啸,会使救援过程中供需不平衡的情况

更加突出,因而使整个救援管理工作更加复杂。

以上是应急物流和商业物流在物流活动中表现出来的联系和区别,实际上,造成两种物流在运营层面具有本质不同的因素主要是它们所面对的情境不同。在应急物流中,参与的主体更加多样,系统的拥挤性更加明显,不确定性尤其是非概率不确定性更加突出。这3个应急物流系统最基本的特征决定了应急物流的决策必须考虑到多主体参与性、系统紧急与拥挤性、高度不确定性。而这3个特点正是在以往的物流研究中经常回避或者忽视的问题。

1.2.4 应急物流体系初探

应急物流是一个系统,在整个运作过程中需要考虑到应急物流中心的建立、应急物资的采购、应急物资的运输与配送、应急物资的储备等环节;从应急物流的运作流程和进度来看,也可以将其划分为计划、运营、控制、反馈几方面。

如图1-1所示,当灾害性事件发生时,应急物流协调指挥中心负责在灾害发生初期及全过程制订应急救灾计划,并向下设的采购、运输保障、物流中心管理部门发送指令信息,并通过物流信息平台进行协调指挥。得到指挥中心的信息后,采购、运输保障、物流中心管理部门就行使各自职能对物流过程中的采购、运输及配送各环节进行具体的运营和控制。同时,各部门实时回馈应急物流运作中的各种信息,并实现各部门间信息的双向传递(信息流用虚线表

示)。除此之外,各管理部门也需负责将信息反馈给协调指挥中心,使得后者能够根据物流运作中的变化和发展着的具体问题更新和调整救援计划。

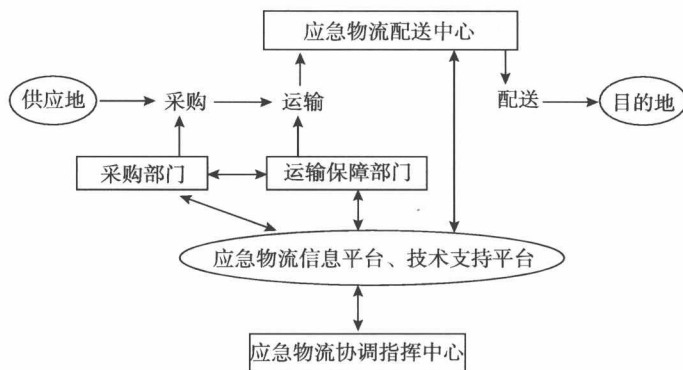


图 1-1 应急物流体系

建立应急物流系统的目的在于保障应急救援物资及时供应,满足突发事件应急处置的需要。而要实现这个目标,离不开应急物流系统构成要素之间的密切合作,执行各自的功能,以完成应急物流的目标。简单地说,应急物流体系应该包括图 1-2 的 3 层,但是通过对应急物流体系内部运用有一些了解后会发现,它主要包括以下几个要素。

应急物流的保障机制:完善与自然灾害相关的法律,积极借鉴国外先进经验,出台新的法律和法规,以保障灾后社会秩序的稳定;建立从中央到地方的自上而下的专门的管理机构,分工明确,协调和管理应急物资的储存和运输,以实现对应急物流的高效运作。