



经济管理学术文库·管理类

应急资源协同管理

——面向地震灾害的研究

Collaborative Management of Emergency
Resources of Earthquake Disaster

邓富民 梁学栋 / 著



经济管理出版社
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

014034903

本书得到

国家自然科学基金重点课题“医疗服务中的资源调度与优化研究”
资助

P315.9

14



经济管理学术文库·管理类

应急资源协同管理

——面向地震灾害的研究

Collaborative Management of Emergency
Resources of Earthquake Disaster

邓富民 梁学栋 / 著



P315.9
14



北航

C1714757



经济管理出版社

ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

应急资源协同管理/邓富民, 梁学栋著. —北京: 经济管理出版社, 2013. 12
ISBN 978 - 7 - 5096 - 2732 - 7

I. ①应… II. ①邓… ②梁… III. ①突发事件—物资调度—资源管理 IV. ①F253.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 253890 号

组稿编辑: 王光艳
责任编辑: 任爱清
责任印制: 黄章平
责任校对: 超凡 王纪慧

出版发行: 经济管理出版社
(北京市海淀区北蜂窝 8 号中雅大厦 A 座 11 层 100038)

网 址: www.E-mp.com.cn

电 话: (010) 51915602

印 刷: 三河市延风印装厂

经 销: 新华书店

开 本: 720mm × 1000mm/16

印 张: 19

字 数: 352 千字

版 次: 2013 年 12 月第 1 版 2014 年 4 月第 2 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5096 - 2732 - 7

定 价: 58.00 元

· 版权所有 翻印必究 ·

凡购本社图书, 如有印装错误, 由本社读者服务部负责调换。

联系地址: 北京阜外月坛北小街 2 号

电话: (010) 68022974 邮编: 100836

序

地震灾害危害巨大，其精确预测是全世界至今未能解决的重大难题之一。震后应急管理作为能有效降低损失的管理决策手段，成为灾害管理领域研究的热点。震后应急管理包括救援组织动员管理、应急医疗物资管理、应急救援设备管理、应急法律法规制度支持、应急资源协同管理等多个方面。其中，应急资源协同管理是震后应急管理极其重要的组成部分，是建立在以上各部分有效管理的坚实基础上的综合统效。协同理论的应用，为震后应急管理提供了一种准时、高效的地震灾害应急响应机制，在提高地震应急资源可达性、资源获取便利性、资源利用有效性和使用规范性等方面发挥了积极的作用，对降低地震灾害损失、最大限度地维护人民群众的生命财产安全、保障地区社会稳定与促使经济快速恢复具有深远的意义。

全球频发的自然灾害包括地震、水灾、台风等，其中，地震占到灾害发生总数的1/3，且每次地震灾害都会给受灾地区造成非常严重的损失。地震灾害具有突发性、不可预测性和影响范围广泛性，增大了灾害预防的难度。中国是地震灾害频发的国家之一。20世纪以来，全国共发生800余次6级以上的地震^①，2008年“5·12”汶川地震是新中国成立以来破坏性最强、波及范围最广、伤亡人数最多的地震之一。因此，研究地震应急管理，从系统和科学角度分析灾后应急管理问题，能为灾后管理者的科学决策提供依据。震后的资源处于紧缺状态，利用协同学理论，考虑应急系统内各子系统的分工合作，达到应急救援资源的优化配置，使有限的资源最大化利用，提高应急救援工作的效率和水平，产生良好的社会效益。

在应急救援过程中，首先需要成立救援组织机构，然后利用应急医疗物资和应急救援设备实施救援，各组织机构在了解和遵循相关法律法规的前提下，相互合作，加强交流与沟通，实现信息共享，为提高应急救援效率而努力。本书主要

^① 凤凰网，http://fashion.ifeng.com/travel/place/detail_2010_04/21/537382_0.shtml。

从救援组织机构管理、应急医疗物资管理、应急救援设备管理、应急资源协同管理和应急法律法规五个方面展开研究，具体的研究框架如图 0-1 所示。

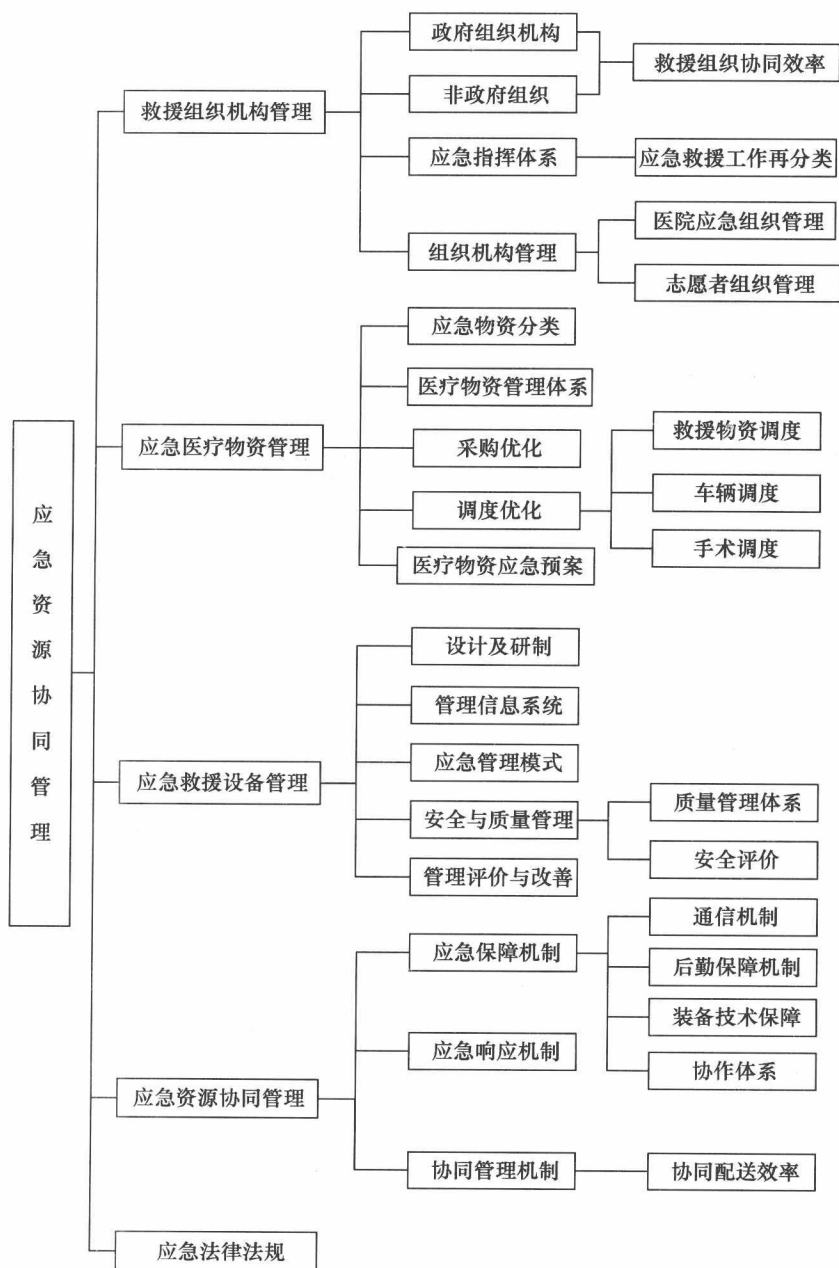


图 0-1 研究组织体系

全书从救援组织机构管理、应急医疗物资管理、应急救援设备管理、应急资源协同管理和应急法律法规五个方面展开研究：

救援组织机构管理。主要内容包括救援组织机构、地震应急组织指挥体系和医院地震应急组织管理模式。在我国，政府在地震应急救援活动中扮演核心角色，形成了由各级政府牵头，各救援组织机构和民众配合的垂直型地震应急救援组织结构。针对我国救援应急组织体系结构复杂的问题，应用协同熵理论建立协同熵信息评价数学模型，为提高应急救援组织协同效率提供了一定的帮助。通过改进的层次分析法建立应急救援工作评价模型，分析应急救援特性的权重，运用模糊综合评价法确定评价集和隶属度，基于救援特性的权重，对应急救援工作进行再分类，为确定应急救援的指挥体系奠定基础。医院应急救援是地震应急救援的重要组成部分，及时有效的医院救援极为重要，因此，改善现有的医院地震应急组织管理模式有助于提高应急救援效率。此部分结合医院资源的现状，从医院应急机制、区域救治、医院服务流程再造、提高医院救治的响应速度、提高工程抢修效率、医院内部各方合理配置、确保物资后勤供应、良好的防疫工作等方面进行分析。

应急医疗物资管理。由于地震医疗物资供给具有时效性、全面性、准确性、连续性、经济性、安全性等特点，对应急医疗物资供需匹配进行分析具有很高的研究价值。对医疗物资管理系统进行设计，通过医疗物资的采购优化、应急医疗物资的调度优化和医疗物资应急预案的建立，确保医疗物资在地震救援中快速而有效地发挥作用。通过对比准时制（JIT）采购模式、供应链（VMI）采购模式与电子商务采购模式，确定采购的影响因素，运用网络层次分析法将三种采购模式进行评比排序，确定应急状态下的优化采购模式，为实际救灾工作提供参考，在保证应急救援时效性的前提下，降低应急医疗物资采购成本，具有较好的经济效益及社会效益。作为医疗服务中的关键环节，手术室的有效利用是医院管理水平的重要体现之一。针对手术调度优化模型这一前沿研究问题，建立基于改进的非支配排序遗传算法（NSGA-Ⅱ）的多目标模糊调度模型。该模型采用改进的拥挤密度排序法改善同一非劣等级内个体的排序，并提出采用自适应交叉、变异策略和改进精英策略来改善算法性能。应急预案旨在使政府应急管理更为程序化、制度化，做到有法可依、有据可查。

应急救援设备管理。高效的救援设备可以挽救更多生命，使救援工作顺利地进行下去。配备先进的救援设备后，应急救援设备的管理就显得至关重要，设计应急救援设备管理信息系统，可以提高应急救援设备管理的水平。使用流程图体现出应急救援设备系统工作流程，采用传统 Client/Server 模式的网络结构进行信息系统的模块化设计。一套完整的应急管理模式可以让应急管理流程化、高效化，



但对应急救援设备的质量进行管理也尤为关键,基于戴明环的质量管理模式提供了一种快捷高效的管理方式,做好质量管理的组织协调、质量监控、信息管理工作能为设备质量提供有效的保障。

应急资源协同管理。基于协同理论的应急预案、完善的地震灾害应急保障机制和响应机制能够为建立面向地震灾害的协同管理机制提供良好的支撑。当前需要解决的问题是空间信息协同机制、资源协同机制及供应链协同机制的建立问题。确定面向地震灾害的物资协同配送指标体系,分为投入和产出指标,通过模糊数据包络分析(DEA)确定决策单元的有效性,运用三角模糊法对协同管理效率进行评价,得出面向地震灾害的协同网络模型,建立面向地震灾害的协同管理机制。

应急法律法规。通过多年的地震应急立法实践,我国建立了从国家到地方、从全国范围到细分行业的地震应急法律法规制度体系,为地震应急相关工作的有序和规范提供了强有力的法律保障。

地震灾害虽然难以准确预测,但可以通过科学、系统地分析灾害应急救援中的各个要素,采取有针对性的措施,提高救援实施效果,减少灾害过程损失,降低灾后救援压力。其中,救援协同管理水平的提升,是灾后救援管理工作的一个重要方面。基于此,应急资源协同管理——面向地震灾害的专题研究开始于2012年1月,在国家自然科学基金重点课题“医疗服务中的资源调度与优化研究”(编号:71131006),中国博士后科学基金第52批面上项目“区域多层级医疗服务资源协同效率评价研究”(编号:2012M521705),四川省博士后科研项目特别资助“分布式关键医疗资源协同工作模式的研究”,四川省教育厅、四川省社科重点研究基地系统科学与企业发展研究中心项目“面向地震灾后的应急医疗物资调度研究”(编号:X913D11)资助的基础上,基于系统工程思想,将全书分为救援组织机构管理、应急医疗物资管理、应急救援设备管理、应急资源协同管理和应急法律法规五个方面,并分别由黄蓉、曾桂芝、王婷、何义娟、王锋协助整理材料。依据“客观、科学、系统、适用”的原则,梁学栋博士和邓国营博士对书稿的研究内容进行了多次梳理。四川大学华西医院的杨翠为课题研究提供了大量客观翔实的资料,在此表示感谢。

本书得到了四川大学华西临床医学院、华西医院原院长,四川大学医院管理研究所所长石应康教授的大力支持与帮助。石应康教授作为本书的总顾问亦对书稿的撰写提出了许多建议,在此表示深深的谢意。

应急资源系统管理涉及多类资源要素的多项管理内容,是一项复杂的大系统协同管理工作,对于很多问题,仁者见仁智者见智,有不足之处恳请广大读者建议指正。

目 录

引言	1
第一章 地震应急组织机构概述	12
第一节 组织机构分类及作用	12
第二节 地震应急组织指挥体系	26
本章小结	43
第二章 地震应急组织机构管理	45
第一节 面向地震的医院应急组织管理	45
第二节 面向地震的志愿者组织管理	54
本章小结	62
第三章 应急医疗物资分类	64
第一节 医疗物资的分类研究	64
第二节 震后医疗物资供给特征分析	66
第三节 应急医疗物资需求特征和供需匹配实证分析	67
本章小结	69
第四章 应急医疗物资管理	70
第一节 医疗物资管理体系	70
第二节 医疗物资采购优化	77
第三节 应急医疗物资调度优化	86
第四节 医疗物资应急预案	101
本章小结	116



第五章 应急救援设备概述	118
第一节 应急设备类别	118
第二节 应急设备的作用	121
本章小结	131
第六章 应急救援设备管理	133
第一节 管理信息系统	133
第二节 应急管理模式	140
第三节 安全管理与操作	148
第四节 质量管理与控制	159
第五节 管理评价与改善	166
本章小结	171
第七章 地震灾害应急预案制定	174
第一节 管理活动主体	175
第二节 应急预案制定	176
第三节 基于协同理论的应急预案制定	179
本章小结	181
第八章 地震灾害应急保障机制	182
第一节 地震应急通信保障	182
第二节 地震应急后勤保障	185
第三节 支援装备保障	186
第四节 技术保障	187
第五节 协作体系	188
本章小结	190
第九章 地震灾害应急响应机制	191
第一节 响应机制特点	192
第二节 响应机制构建	194
本章小结	200
第十章 面向地震灾害协同决策	201
第一节 决策概述	201

第二节 决策要素	203
第三节 决策特点	205
第四节 决策过程	206
第五节 决策评价	207
本章小结	209
第十一章 面向地震灾害的协同管理机制	210
第一节 管理机制分析	211
第二节 管理机制构建	214
第三节 协同管理机制	220
本章小结	223
第十二章 面向地震灾害的物资协同配送效率评价	224
第一节 配送流程构建	225
第二节 配送指标体系	226
第三节 配送效率评价	228
本章小结	232
第十三章 应急法律法规	233
第一节 应急设备法律法规	233
第二节 抗震救灾物资法律法规	234
第三节 地震应急法律法规	238
本章小结	240
附录	241
附录 1 《国家地震应急预案》	241
附录 2 《破坏性地震应急条例》	252
附录 3 《中华人民共和国防震减灾法》	257
附录 4 《可燃气体控制器安装规范》	271
附录 5 《可燃气体检测探头安装规范》	272
参考文献	273

引言

地震灾害的影响范围广，危害严重，造成的损失巨大，对应急资源管理进行研究，能够为科学组织灾后应急救援提供依据，并有效利用资源，提高救援效率。地震灾害危害严重，所以应急管理的相关研究迫在眉睫。在综述了对相关的国内外研究以后可以看出，现有研究还没有提出一个综合性的地震协同资源管理方法。因此，通过对组织机构、应急医疗物资、应急救援设备、应急资源协同和相关法律法规的研究，健全应急物资调度预案和物资分配环节，完善应急救援方面的法律法规，优化应急资源的协同工作模式与创新工作方法。

一、研究背景

地震是最为严重的自然灾害之一，地震发生的突发性、严重性和影响范围广等特点，往往在短时间内给受灾地区造成极为严重的损失，给人民生命和财产带来极大的影响和危害，并严重制约当地经济发展和社会稳定，人类对自然环境的破坏日趋严重，导致自然灾害频频发生。这些灾害的发生，往往会对人类的生存和发展造成料想不到的后果和灾难。

2011年3月11日，日本当地时间14时46分，日本东北部海域发生里氏9.0级地震并引发海啸，截至2012年2月27日，此次大地震已经确认的死亡人数约为15800人，失踪约3300人，经济损失12万亿~17万亿日元^①。这次地震带来的损失除了地震的直接损害，更大的损失是由于地震带来的次生灾害引起的日本福岛第一核电站1~4号机组核泄漏事故。

我国是世界上自然灾害频发的国家之一，每年自然灾害给我国带来的经济损失巨大。2008年5月12日，我国四川省西北部边缘的汶川县突发8.0级地震，给国家和地区带来了严重的损失。汶川地震是近年来我国发生的级数最高的地震，也是伤亡、损失最严重的一次地震。此次地震造成的损失包括三类：第一类

^① 凤凰网, http://news.ifeng.com/photo/hdnews/detail_2012_03/10/13103069_0.shtml.



是人员伤亡问题,四川省人民政府在2009年5月7日报告,汶川地震在四川共造成68712人遇难,17921人失踪^①。第二类是财产损失问题,2008年9月4日,中国国务院新闻办公室公布,汶川大地震造成的直接经济损失达8451亿元人民币,四川省占总损失的91.3%,甘肃占总损失的5.8%,陕西占总损失的2.9%。在这些损失中,民房和城市居民住房的损失占总损失的27.4%,包括学校、医院和其他非住宅用房的损失占总损失的20.4%,道路、桥梁和其他城市基础设施的损失占到总损失的21.9%^②。第三类是对自然环境的破坏,灾区在很长时间内都将面临堰塞湖、泥石流、山体崩塌等次生灾害的威胁。另外,地震受灾面积达10万平方公里,许多农作物经济损失也很严重。而后来发生玉树地震、芦山地震,都在给当地带来巨大生命、财产损失的同时,也造成了当地人民心理上的损害。

地震的发生,会造成建筑物和交通基础设施严重损坏,也给人们带来物质、精神上的伤害,造成重大的经济损失。而在地震发生时,由于建筑物的倒塌,交通设施的破坏,灾区的紧急救援物资和基本生活物资极度缺乏,急需外界的支援和救助。由此可见,在地震灾害发生前做好防震、减灾工作和地震发生后及时的救援工作尤为重要,灾前的预防工作能够有效避免一定的损失,灾后的救援工作能够最大程度地减少损失。地震灾害单靠个人和家庭是无法抵御的,这就需要政府部门能够建立相关组织,采取有效措施,来应对地震灾害发生时带来的损失和伤害。地震灾害发生时,政府部门如何能够有效组织灾害救援工作,如何及时应对,成为目前各个国家急需解决的问题。政府部门在地震应急救援中,发挥着领导和组织作用。政府制定相应的应急救援计划,并管理着各救援部门的救援行动,同时,也负责向社会和人民传递地震中的重要信息。地震灾害发生前,政府部门应当做好灾害预防工作,做好应急准备;灾害发生后,政府部门要积极组织救援,并做好灾民安置工作;救援结束时,要做好灾后恢复工作,保证灾区人民生活及时恢复正常。为了最大限度地减少地震灾害带来的损失,需要通过建立应急体系和加强相应管理工作,以做好应急准备。近年来,世界各国根据本国实际情况和救灾经验,制定了一系列的应急灾害管理法律、法规,并建立了相应的应急反应机制和管理部门,在国家安全中发挥着重大的作用。

我国现有的应急体制不够完善,应急管理基础比较薄弱,区域、城乡应急资源水平相差甚大,尤其是制度和技术水平的差异导致各级地震应急管理体制参差不齐,进一步导致各级机构在灾害发生后应急管理无法正常、有序展开,部门之间无法进行有效沟通,应急救援工作开展产生许多方面的问题,同时缺乏统

①② 维基百科·汶川大地震, <http://zh.wikipedia.org/wiki/汶川大地震>。

一、有效地领导,救援工作重复开展,导致无法进行有效救援,资源浪费严重。在现有的应急救援体制下,各级救援机构缺乏信息共享与协同机制,各级救援机构单一进行决策,导致现存应急救援资源未能实现科学、合理的最大化利用。针对日益频发的自然灾害,将应急救援中心分散到各个地区组织的应急救援管理中心进行管理,通过对应急资源的整合提高现有资源的利用效率,并建立信息共享机制,成为应急灾害管理探究的一种新型管理模式。为此,以应急救援效率为目标,通过整合区域资源,利用各种网络化协同工作环境、协同服务工具和信息融合技术,建立面向地震灾害的应急资源协同管理模式。其中,协同工作模式的确立及其效率的动态评价与完善资源协同管理的重要研究内容,对提高应急救援工作效率、改善应急救援工作流程有着重要的理论价值和现实意义。通过协同化的管理方式,充分发挥各个参与方的优势,有效避免因个人偏好、失误等带来的救援损失。同时,协同化管理能够通过充分利用组织内部资源,实现系统效率最大化,有效组织救援工作,最大限度地减轻灾害损失。

二、研究目的

当地震灾害发生后,合理安排应急资源是应急工作的核心内容,如何在尽可能短的时间内对应急资源进行高效率的配送也是目前应急管理的研究重点。

通过本书的研究,期望达到以下目标:①完善应急救援的组织机构,提高各救援组织机构之间的协同效应;②得出应急医疗物资的类别及特征,优化医疗物资的管理体系及其采购、调度过程,并提出相应的医疗物资应急预案;③健全应急救援设备管理体制,设计应急救援管理信息系统,加强对救援设备的安全管理和质量管理;④完善应急救援方面的法律法规,主要包括组织机构的规章制度、应急设备法律法规以及医疗物资法律法规;⑤制定地震灾害应急预案以及保障、响应机制;⑥建立面向地震灾害的应急资源协同工作系统的理论框架与工作模式,探求应急资源协同工作的机理,完善应急资源协同服务基础理论;⑦优化应急资源协同工作模式、创新工作方法;⑧提出面向地震灾害的协同管理机制,解决当前该领域的研究复杂性和交叉性问题,为应急救援管理学科知识工作的研究提供一种新的建模理论与方法;⑨建立面向地震灾害的应急资源协同效率评价体系与评价系统,通过动态量化分析来提高协同工作效率。通过本书的研究,希望能够为地震灾害应急资源的协同管理提供决策依据,进一步提高地震应急救援效率,尽可能降低地震带来的人员伤亡和财产损失。

三、研究意义

同时,对应急资源协同管理进行研究,对于地震发生后保证救灾工作的顺利



进行具有很强的现实意义与价值，主要体现在以下几个方面：

健全应急物资调度预案和物资分配环节。地震发生后，常常伴有人员伤亡、供水供电中断、建筑物毁坏等状况，这时，及时提供生活必需品及各种医疗用品格外重要。通常，受灾人口数量越大，对物资的需求量越大、需求频率越高，因此，制定一个可行、高效的调度预案，保证救灾物资的及时供应是维持社会安定、保证人民群众生命安全的重中之重。目前在应急物资的配送中，会存在一些物资分配不合理现象。除去某些客观因素，如通信设备中断、交通中断等情况，应急物资的不合理分配主要表现为一些地区由于赈灾物资的过量到达而出现严重浪费的现象，相反，一些地区则由于物资的供应不足导致灾民基本生活难以维持，甚至会造成哄抢物资的现象。另外，分配不平衡会造成单一物资的重复运送，这样不但浪费了物力，同时也造成了人力资源和时间的浪费。这就要求在救援过程中，尽量减少各种资源的浪费，使救援工作顺利进行。

灾区对应急物资需求的不确定性。地震的发生是始料未及的，所造成的人员财产伤亡也是事先无法估计的，因此对应急物资的需求量会随着地震灾害的规模而发生变化。通常情况下，灾区本身所储备的应急物资数量并不能满足灾民的需求，需要从其他地方向受灾地区运送，也就是所谓的物资调度，因此，研究该问题对于降低灾害损失具有非常重要的意义。

面向地震灾害的应急资源协同管理是对当前应急管理理念向深度集成的有力延伸，是应急管理领域极具发展潜力的新型应急救援方式。在这一新的研究领域，工作模式是对系统进行预测、分析、评价和改进的理论基础与关键，是当前急需解决的瓶颈问题，具有重要的理论研究价值。本书提出了面向地震灾害的应急资源协同管理工作模式的新原理及其效率的动态量化评价方法，可以深层次地揭示应急资源协同工作的机理与运行规律，为推动应急资源的优化利用和发展奠定重要的理论基础。同时，本书的研究成果对信息化应急资源协同规划的建模与评价均具有积极的理论指导意义。

面向地震灾害的应急资源协同管理系统是一个复杂协同应急资源工作网络，其工作研究是典型的工业工程问题，也是我国工业工程学科发展面临的重要方向。如何兼顾组织、技术和环境这三大要素，描述网络信息环境下的应急资源创新和协同工作过程，是当前优化应急救援资源利用需要重点解决的问题，也是当前国内应急工作研究的共性问题。本书所提出的新方法和预期的创新性成果有助于工业工程学科在协同管理研究领域形成自己的研究特色和优势，为工业工程学科的发展做出积极的努力。

为谋求可持续发展并构建和谐 society，需要在转变经济发展方式、减少资源消耗的同时加大社会的保障力度。在这一宏观形势下，应急资源管理模式创新必

将成为一种完善社会保障系统的重要手段和方法。本书强调通过影响因素分析指引地震应急救援需采取适合国情和社会自身特点的协同工作模式,从而充分发挥现有应急资源的价值及使用效率,高效低成本地实现应急救援主体及对象满意度的最大化,从而带来较好的社会效益。因此,本书的研究内容虽具有一定的理论性和前瞻性,但其立足点和出发点具有明显的实践意义和社会价值。

本书的研究成果具有较为广阔的应用前景,可在以下领域发挥重要作用:①应急资源协同开发项目的预测与评估。通过工作模式的动态执行与量化评价,对应急救援的工作效率和工作质量进行动态预测和科学评估,提高工作效率和服务对象满意度。②复杂协同工作的分析与优化。以工作模式为基础,优化复杂的协同创新工作过程,发挥应急救援资源的巨大潜力。③工作方法改进与组织创新,通过对不同角色的医疗服务组织过程的分析,为应急资源的集成利用和优化提供高效率的组织资源配置和协同创新方法,实现以应急救援资源为中心的创新管理模式。

四、研究现状

地震是世界范围内为数不多的几种具有巨大破坏性的不可抗自然灾害之一,地震的发生给人们带来了深重的灾难,迫使人们对地震进行研究,以最大程度地降低地震带来的损失。从古至今人们对地震的研究从未间断,时至今日,地震的研究不再局限于地震本身,而是已经发展到抗震减灾的方方面面。近现代以来,最突出的表现之一就是地震应急管理的日渐成熟,作为地震应急管理的重要分支,地震应急资源的管理也越来越受到国内外学者的重视,围绕应急资源管理涉及的应急物流、应急选址和应急资源配置方案等问题,国内外学者进行了深入而广泛的研究。

我国是世界上地震灾害比较严重的国家之一,也是最早对地震进行研究的国家,对地震的研究也较为深入。我国现代的地震应急管理工作起始于1966年的邢台地震,经历了1976年的唐山大地震、2008年的汶川大地震,我国学者针对地震中的应急资源管理问题研究逐渐深入,并积极吸收国外先进思想、理念和方法,取得了卓有成效的进步和发展。在地震应急物流研究领域,台湾学者陈春益等以台湾地震救灾为背景进行了救灾物流体系构建,研究了主要侧重于救灾物资的供给和配送中心的运作。此外,李阳、李聚轩提出了我国救灾物资调运系统的结构和救灾物资的供应、配送和发放等功能的设计方案。邹志云等运用灰色理论建立了应急物流的最优路径选择方法。邹铭、李保俊等人提出了对我国救灾物资储备库的布局进行优化的建议。这些研究虽然并不是专门针对地震中的应急物流问题,但对地震应急资源管理研究具有极强的借鉴意义。

对于地震应急资源管理中涉及的应急资源选址问题,以考虑在应急资源数量供求约束条件下,针对多个备选应急资源地址,实现地点的组合优化为出发点,国内众多学者开展了较为详细的研究。方磊等人建立了应急限制期下的应急选址模型,并提出了基于分支定界方法的应急选址模型的最优解。何建敏、刘春林全面阐述了应急管理的基本思想和应急管理中的典型问题,重点分析了各种不同条件下的应急服务点的选址问题、应急资源的合理配置问题和应急资源的调度问题以及解决这些问题的模型和算法。李卫军等对地铁应急站的选址进行了研究,针对轨道交通探讨了应急资源优化配置的流程、运营风险的评估、交通系统的脆弱性和应急站点的选址方法。刘春林、方磊等人分别研究了应急资源的一次性消耗问题和连续消耗及应急系统优化选址问题。宁艳梅在绝对中心点模型的基础上介绍了一个更符合实际的模型,将模型从单个应急服务设施点延伸到了多个应急服务设施点,该模型的目标是应急地点发生事故时,距离该应急点最近的应急服务设施到达的时间小于或者等于规定的最小值,同时,给出了计算该模型的一种算法。基于应急服务设施的选择涉及的定量和定性的因素,又提出了综合层次分析法/数据包络分析(AHP/DEA)和整数规划的应急服务设施选址模型。汪定伟、张国祥提出了一种基于灾害发生概率、灾害扩散函数和救援函数的救援中心选址优化的数学模型,并提出用嵌入启发式遗传算法进行求解。陈志宗针对城市防灾减灾设施选址的基本、高级两个层面的问题,分别建立了相对独立型和从属型两种不同的选址模型。同时提出两阶段计划模型分析探讨了一般紧急事件的应急服务设施选址问题。另外,指出城市防震减灾设施选址决策需要考虑包括定量和定性在内的涉及社会、环境、经济等众多因素,提出了定性和定量相结合的战略决策方法,为城市防震减灾与应急管理提供了新的适应性最优决策方法,评价时采用先进的网络层次法,方法更科学,理论更新颖。张敏等人在带双重机率约束的多目标应急服务设施选址问题的基础上,考虑了服务效益最大化及利益公平性,建立了多目标选址模型,并给出了解决问题的启发式算法。

在应急资源配置领域,朱庆林首先提出了我国区域应急资源配置的重心前置型区域应急资源配置模式、重心居中型区域应急资源配置模式、重心后置型区域应急资源配置模式、哑铃型区域应急资源配置模式四种模式。史波从资源优化配置角度分析了应急管理的资源属性,提出了应急管理资源配置的目标和配置原则。然而,对于应急资源配置模式的研究并不是很多,大多数学者主要针对应急资源调度问题展开研究。陈杰提出了随机运输时间的应急物资运输调度模型,并采用遗传算法对模型进行求解,取得了良好的效果。车颖涛提出了时间约束下的应急资源调度模型并提出相关的算法,其中特别提出了时间约束下的动态车辆调度模型及其算法,为应急物资调度提出了新的量化模型和算法,对实际应急系统

的建设有较强的指导意义。潘郁等针对应急资源连续性消耗问题提出粒子群算法。孙颖等提出一种针对单受灾点应急,同时为多个潜在受灾点预留资源的非线性整数规划模型。王苏生等建立一种以双层决策方法为基础的多受灾点应急资源配置模型,解决多受灾点应急资源配置过程中出现的分配不均和资源竞争问题,使应急资源配置过程兼顾及时性与公平性。周晓猛根据应急点的数目,将应急资源配置过程划分为若干阶段,建立了基于动态规划理论的应急资源优化配置定量模型。汪森、潘郁通过对突发事件的特性研究,提出了保证资源的供应量达到最大或是最优的资源配置的决策辅助模型,用以解决在实际突发事件应急管理过程中应急资源的选址和配置问题。方磊从应急系统中应急资源的投入产出的整体相对效率考虑,提出了新的资源优化配置的非参数 DEA 模型,在此基础上,考虑到决策者的偏好信息,构造了基于偏好的 DEA 资源配置决策模型。

国外对应急资源管理的研究由来已久,并且受到各国的广泛重视,伴随着应急事件管理由随机走向集中有序化,事后应急更多地转向事前预防,应急资源管理也逐渐由粗放走向科学集约化,体系、制度与方法进一步完善与成熟。特别是最近几年发生的两次印度尼西亚大地震(分别为 9.0 级和 8.7 级)、中国台湾地震(7.3 级)以及中国汶川地震(8.0 级),将应急资源管理的研究视角推向了地震相关领域。针对应急资源管理广泛涉及的应急物流、选址和资源配置问题,国外学者进行了大量深入细致的研究。

在应急物流研究方面,乔·宾·修(Jiuh - Biing Sheu)提出了一种混合模糊聚类方法应对应急物流中的物资配送问题,认为在应急物流中的快速反应是至关重要的,在三层应急物流配送框架基础上,构建了物资的配送以及灾区送达物资的发放两种回归机制,并以中国台湾地震为例进行了验证,得出了比较准确的结论。马新(Meisiang)等站在政府的角度,针对城市地区灾后的救援配送和组织救援小队等问题,通过运用地理信息系统的方法和网络层次分析法(ANP)能够比较准确地得出营救小队的分布以及物资运送的临时配送中心。瑟丹蒙(Zdamar)指出应急物流计划涉及应急救援从分发中心的分发,如药品、特殊的营救设备,到救援小组深入一线的问题,指出在操作上要尽可能加快速度以达到最好的效果。苏莱曼·秋夫克(Suleyman Tufekci)等作为权威的应急管理专家,指出应急管理本质上是一个复杂的多目标优化问题,在应急资源限制的情况下,必须要解决资源的折中利用问题,这是应急资源配置方案中比较有代表性的研究。

传统的应急设施选址问题通常可以分为 P-center 问题、P-median 问题和覆盖问题等几类静态选址问题,同时也是对应急选址较为早期的研究。P-center 问题是考虑 P 个设施点使需求点到设施点的最大距离最小化问题,最早由哈基米