

“十二五”国家重点图书出版规划项目

公共安全应急管理丛书

非常规突发事件的 应急资源协调优化及仿真研究

王旭坪 阮俊虎 赵 颖 等◎著



科学出版社

“十二五”国家重点图书出版规划项目



公共安全应急管理丛书

非常规突发事件的 应急资源协调优化及仿真研究

王旭坪 阮俊虎 赵颖 等◎著



国家自然科学基金重大研究计划培育项目“非常规突发事件的
资源协调优化及仿真研究”(90924006)

国家自然科学基金面上项目“基于行为运筹的城市物流协同
配送及其干扰管理研究”(71171029)

资助

科学出版社

北京

内 容 简 介

突发事件发生后,如何快速制订应急资源分配和配送计划以及结合救援实际动态调整救援计划是亟待解决的科学问题。本书是对“非常规突发事件的资源协调优化及仿真研究”的一个系统总结,主要涉及应急资源分配、应急资源协调优化及其系统仿真等方面的理论与方法。与目前国内外应急管理方面的书籍相比,本书主要具有以下特点:“逻辑清晰,内容聚焦”“学术性强,方法创新”“结合实际,注重实用”。

本书适用于应急资源管理方面的研究人员、从事应急资源管理的工作人员,以及致力于应急管理及其系统研发的企事业单位等。

图书在版编目(CIP)数据

非常规突发事件的应急资源协调优化及仿真研究 / 王旭坪等著. —北京:科学出版社,2015. 12

(公共安全应急管理丛书)

ISBN 978-7-03-046554-2

I. ①非… II. ①王… III. ①突发事件—应急系统—资源配置—研究—中国 IV. ①D63

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 288612 号

责任编辑:方小丽 / 责任校对:刘文娟
责任印制:霍 兵 / 封面设计:蓝正设计

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 1 月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2016 年 1 月第一次印刷 印张: 20 1/2

字数: 413 000

定价: 118.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

丛书编委会

主 编

范维澄 教 授 清华大学

郭重庆 教 授 同济大学

副主编

吴启迪 教 授 国家自然科学基金委员会管理科学部

闪淳昌 教授级高工 国家安全生产监督管理局

编 委 (按姓氏拼音排序)

曹河圻 研究员 国家自然科学基金委员会医学科学部

邓云峰 研究员 国家行政学院

杜兰萍 副局长 公安部消防局

高自友 教 授 国家自然科学基金委员会管理科学部

李湖生 研究员 中国安全生产科学研究院

李仰哲 局 长 国家发展和改革委员会经济运行调节局

李一军 教 授 国家自然科学基金委员会管理科学部

刘 克 研究员 国家自然科学基金委员会信息科学部

刘铁民 研究员 中国安全生产科学研究院

刘 奕 副教授 清华大学

陆俊华 副省长 海南省人民政府

孟小峰 教 授 中国人民大学

邱晓刚 教 授 国防科技大学

汪寿阳 研究员 中国科学院数学与系统科学研究院

王飞跃 研究员 中国科学院自动化研究所

王 垒 教 授 北京大学

王岐东 研究员 国家自然科学基金委员会计划局

王 宇 研究员 中国疾病预防控制中心

吴 刚 研究员 国家自然科学基金委员会管理科学部

翁文国 教 授 清华大学

杨列勋 研究员 国家自然科学基金委员会管理科学部

于景元 研究员 中国航天科技集团 710 所
张 辉 教 授 清华大学
张 维 教 授 天津大学
周晓林 教 授 北京大学
邹 铭 副部长 民政部

总 序

自美国“9·11事件”以来，国际社会对公共安全与应急管理的重视度迅速提升，各国政府、公众和专家学者都在重新思考如何应对突发事件的问题。当今世界，各种各样的突发事件越来越呈现出频繁发生、程度加剧、复杂复合等特点，给人类的安全和社会的稳定带来更大挑战。美国政府已将单纯的反恐战略提升到针对更广泛的突发事件应急管理的公共安全战略层面，美国国土安全部2002年发布的《国土安全国家战略》中将突发事件应对作为六个关键任务之一。欧盟委员会2006年通过了主题为“更好的世界，安全的欧洲”的欧盟安全战略并制订和实施了“欧洲安全研究计划”。我国的公共安全与应急管理自2003年抗击“非典”后受到从未有过的关注和重视。2005年和2007年，我国相继颁布实施了《国家突发公共事件总体应急预案》和《中华人民共和国突发事件应对法》，并在各个领域颁布了一系列有关公共安全与应急管理的政策性文件。2014年，我国正式成立“中央国家安全委员会”，习近平总书记担任委员会主任。2015年5月29日中共中央政治局就健全公共安全体系进行第二十三次集体学习。中共中央总书记习近平在主持学习时强调，公共安全连着千家万户，确保公共安全事关人民群众生命财产安全，事关改革发展稳定大局。这一系列举措，标志着我国对安全问题的重视程度提升到一个新的战略高度。

在科学研究领域，公共安全与应急管理研究的广度和深度迅速拓展，并在世界范围内得到高度重视。美国国家科学基金会（National Science Foundation, NSF）资助的跨学科计划中，有五个与公共安全和应急管理有关，包括：①社会行为动力学；②人与自然耦合系统动力学；③爆炸探测预测前沿方法；④核探测技术；⑤支持国家安全的信息技术。欧盟框架计划第5~7期中均设有公共安全与应急管理的项目研究计划，如第5期（FP5）——人为与自然灾害的安全与应急管理，第6期（FP6）——开放型应急管理系统、面向风险管理的开放型空间数据系统、欧洲应急管理信息体系，第7期（FP7）——把安全作为一个独立领域。我国在《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》中首次把公共安全列为科技发展的11个重点领域之一；《国家自然科学基金“十一五”发展规划》把“社会系统与重大工程系统的危机/灾害控制”纳入优先发展领域；国务院办公厅先后出台了《“十一五”期间国家突发公共事件应急体系建设规

划》、《“十二五”期间国家突发事件应急体系建设规划》、《“十二五”期间国家综合防灾减灾规划》和《关于加快应急产业发展的意见》等。在 863、973 等相关科技计划中也设立了一批公共安全领域的重大项目和优先资助方向。

针对国家公共安全与应急管理的重大需求和前沿基础科学研究的需求,国家自然科学基金委员会于 2009 年启动了“非常规突发事件应急管理研究”重大研究计划,遵循“有限目标、稳定支持、集成升华、跨越发展”的总体思路,围绕应急管理中的重大战略领域和方向开展创新性研究,通过顶层设计,着力凝练科学目标,积极促进学科交叉,培养创新人才。针对应急管理科学问题的多学科交叉特点,如应急决策研究中的信息融合、传播、分析处理等,以及应急决策和执行中的知识发现、非理性问题、行为偏差等涉及管理科学、信息科学、心理科学等多个学科的研究领域,重大研究计划在项目组织上加强若干关键问题的深入研究和集成,致力于实现应急管理若干重点领域和重要方向的跨域发展,提升我国应急管理基础研究原始创新能力,为我国应急管理实践提供科学支撑。重大研究计划自启动以来,已立项支持各类项目八十余项,稳定支持了一批来自不同学科、具有创新意识、思维活跃并立足于我国公共安全核应急管理领域的优秀科研队伍。百余所高校和科研院所参与了项目研究,培养了一批高水平研究力量,十余位科研人员获得国家自然科学基金“国家杰出青年科学基金”的资助及教育部“长江学者”特聘教授称号。在重大研究计划支持下,百余篇优秀学术论文发表在 SCI/SSCI 收录的管理、信息、心理领域的顶尖期刊上,在国内外知名出版社出版学术专著数十部,申请专利、软件著作权、制定标准规范等共计几十项。研究成果获得多项国家级和省部级科技奖。依托项目研究成果提出的十余项政策建议得到包括国务院总理等国家领导人的批示和多个政府部门的重视。研究成果直接应用于国家、部门、省市近十个“十二五”应急体系规划的制定。公共安全和应急管理基础研究的成果也直接推动了相关技术的研发,科技部在“十三五”重点专项中设立了公共安全方向,基础研究的相关成果为其提供了坚实的基础。

重大研究计划的启动和持续资助推动了我国公共安全与应急管理的学科建设,推动了“安全科学与工程”一级学科的设立,该一级学科下设有“安全与应急管理”二级学科。2012 年公共安全领域的一级学会“(中国)公共安全科学技术学会”正式成立,为公共安全领域的科研和教育提供了更广阔的平台。在重大研究计划执行期间,还组织了多次大型国际学术会议,积极参与国际事务。在世界卫生组织的应急系统规划设计的招标中,我国学者组成的团队在与英、美等国家的技术团队的竞争中胜出,与世卫组织在应急系统的标准、设计等方面开展了密切合作。我国学者在应急平台方面的研究成果还应用于多个国家,取得了良好的国际声誉。各类国际学术活动的开展,极大地提高了我国公共安全与应急管理在国际学术界的声望。

为了更广泛地和广大科研人员、应急管理工作者以及关心、关注公共安全与应急管理问题的公众分享重大研究计划的研究成果，在国家自然科学基金委员会管理科学部的支持下，由科学出版社将优秀研究成果以丛书的方式汇集出版，希望能为公共安全与应急管理领域的研究和探索提供更有力的支持，并能广泛应用到实际工作中。

为了更好地汇集公共安全与应急管理的最新研究成果，本套丛书将以滚动的方式出版，紧跟研究前沿，力争把不同学科领域的学者在公共安全与应急管理研究上的集体智慧以最高效的方式呈现给读者。

重大研究计划指导专家组

前 言

近年来,频繁发生的各种突发灾害对人类生产和社会发展构成了重大威胁,如2001年美国的“9·11”事件、2004年的印度洋大海啸、2009年暴发的甲型H1N1流感、2011年日本的九级特大地震等。而我国又是世界上受到灾害影响最为严重的国家之一,各种灾害近些年相继发生,如1998年的特大洪水、2003年的“非典”疫情、2008年的南方特大冰雪灾害和汶川地震、2010年的青海玉树地震以及2013年的雅安地震等。

这些突发事件发生后,快速、合理的应急资源协调与动态优化决策是救灾指挥工作的首要内容之一,直接影响到救灾减灾的效率与效果。如何快速制订应急资源的分配和配送计划以及结合救援实际动态调整救援计划是需要我们重点解决的科学问题。在国家自然科学基金重大研究计划培育项目“非常规突发事件的资源协调优化及仿真研究”的支持下,我们团队自2009年开始对这一科学问题进行研究,本书就是对我们研究成果的一个系统总结,全书共分为10章,各章的主要内容如下。

第1章主要概述非常规突发事件应急资源管理,包括应急资源管理的定义与功能,应急资源分类、来源及特点,以及国内外应急资源管理现状。

第2章主要对应急资源协调优化系统与机制进行分析,包括应急资源协调优化问题、应急资源协调决策系统和应急物流系统及其快速反应机制。

第3章侧重于应急资源分配方法的研究,在分析应急资源需求特点的基础上,提出基于情境的应急资源需求评估与分配方法。

第4章主要总结我们在不确定条件下的应急资源分配研究,在对不确定条件下应急资源初始分配问题进行分析的基础上,提出灾情等级不确定下的应急物资出救点选择模型与算法和行为不确定下的应急资源分配模型与算法。

第5章在对突发自然灾害应急物资需求与供给进行分析的基础上,分别对考虑潜在需求的突发自然灾害应急物资优化分配和多决策主体参与的应急物资分配进行研究。

第6章在对非常规突发事件下应急物资调度问题进行分析的基础上,提出考虑灾民心理风险感知的应急资源优化调度模型与算法和运力不足下的应急资源动态调度模型与算法。

第7章的内容主要是关于多组织跨地域的应急资源协同调度问题,分析不同决策者态度的应急资源配置策略,提出多组织跨区域应急资源协同调度模型与算

法和考虑汇集力的应急资源协同调度模型与算法。

第8章主要研究了医疗物资的联合运输问题,提出了基于聚类的医疗物资联合运送优化模型,并针对常规聚类存在的容量不均衡问题,分别提出了考虑容量约束和考虑数量约束的医疗物资联合运送优化模型与算法。

第9章侧重于研究基于情景(scenario)分析的应急路径选择方法,提出应急路网情景描述与表达方法,建立基于情景分析的应急路径选择模型,并设计出模型求解的算法。

第10章在分析应急资源协调系统构建原则和应急资源协调系统框架的基础上,建立动态路况下考虑人员投入决策的地震救援动力学模型和考虑决策者风险感知的应急资源调配动力学模型。

与国内外已出版的应急管理方面的书籍相比,本书主要具有以下特点。

第一,逻辑清晰,内容聚焦。从突发事件发生后的应急资源协调过程展开研究,形成一个以“需求评估—资源分配与调度—路径选择—系统仿真”为主线的应急资源协调优化方法体系。

第二,学术性强,方法创新。除了第1章和第10章是关于应急资源管理现状和应急资源协调系统设计与开发方面的总结外,其余章节分别采用情境、前景理论、干扰管理、运筹优化等理论与思想建立了相应的模型、算法和方法,具有较强的学术创新。

第三,结合实际,注重实用。建立的模型、方法和算法都充分考虑了非常规突发事件应急资源管理的特点,并且包含适当的算例以验证模型和算法的有效性,同时第10章从过程仿真和实用系统两个方面进行总结。

本书的主要思想和内容架构是由王旭坪教授提出的。王旭坪教授主要负责第2、4、6章的撰写,阮俊虎主要负责第3章和第8章的撰写,赵颖主要负责第7章的撰写,杨相英等主要负责第10章的撰写,杨挺、易彩玉、赵冉等主要负责第1、5、9章的撰写。

希望本书的出版能够从理论上为解决突发事件应急资源协调优化问题提供新思路,从实践上为政府部门赈灾提供核心决策支持技术,进一步完善和拓展应急物流管理协调优化理论与方法。

由于作者水平有限、时间仓促,书中难免有不足之处,恳请各位读者批评指正,以便再版时修正。我们团队亦会一直坚持对应急管理领域进行进一步研究,力争为完善应急管理理论和提升我国应急管理能力略尽绵薄之力。同时也希望能够激发更多读者关注应急管理领域的研究,起到抛砖引玉的效果。

作者

目 录

第 1 章 非常规突发事件应急资源管理概述	1
1.1 应急资源管理概念及其基本功能	1
1.2 应急资源分类、来源及其特点	3
1.3 国外应急资源管理现状	6
1.4 我国应急资源管理现状	11
参考文献	14
第 2 章 非常规突发事件应急资源协调优化系统与机制分析	15
2.1 非常规突发事件中资源协调优化问题	15
2.2 基于 SOA 非常规突发事件资源协调决策系统研究	25
2.3 应急物流系统及其快速反应机制研究	33
参考文献	38
第 3 章 基于情境的应急资源需求评估与分配方法	42
3.1 非常规突发灾害应急资源需求特点分析	42
3.2 完全情境信息下的应急资源需求评估与分配方法	43
3.3 区间情境信息下的应急资源需求评估与分配方法	53
3.4 模糊情境信息下的应急资源需求评估与分配方法	61
参考文献	68
第 4 章 不确定条件下的应急资源初始决策模型与算法	71
4.1 不确定条件下应急资源初始分配问题分析	71
4.2 灾情等级不确定下的应急物资出救点选择方法研究	84
4.3 行为不确定下的应急资源分配研究	94
参考文献	107
第 5 章 突发自然灾害救灾物资分配优化决策研究	111
5.1 突发自然灾害应急物资需求与供给分析	111
5.2 考虑潜在需求的突发自然灾害应急物资优化分配模型	121
5.3 多决策主体参与的应急物资分配双层规划模型	130
参考文献	139
第 6 章 考虑灾民心理风险感知的应急物资配送及动态调度研究	141
6.1 非常规突发事件下应急物资调度问题分析	141
6.2 考虑灾民心理风险感知的应急资源优化调度模型与算法	146

6.3 运力不足下的应急资源动态调度模型与算法	158
参考文献	172
第7章 多组织跨地域的应急资源协同调度模型与算法	176
7.1 考虑决策者态度的应急资源配置策略	176
7.2 多组织跨区域应急资源协同调度模型与算法	183
7.3 考虑汇集力的应急资源协同调度模型与算法	191
参考文献	199
第8章 基于聚类的医疗物资联合运送优化研究	200
8.1 基于FCM聚类的医疗物资联合运送优化	201
8.2 基于FCMwCC的应急医疗物资联合运送优化	216
8.3 基于FCMwNC的应急医疗物资联合运送优化	230
参考文献	235
第9章 基于情景分析的应急路径选择方法	240
9.1 问题分析及相关理论	241
9.2 应急网络情景的描述与表达	246
9.3 基于情景分析的应急路径选择模型	258
9.4 基于情景分析的应急路径选择模型的求解方法	264
参考文献	277
第10章 应急资源协调优化仿真——以地震灾害为例	282
10.1 应急资源协调配置系统与系统动力学相关理论	282
10.2 动态路况下考虑人员投入决策的地震救援动力学模型	286
10.3 考虑决策者风险感知的应急资源调配动力学模型	301
参考文献	315

非常规突发事件应急资源管理概述

近年来,非常规突发事件在世界各地频繁发生。应急管理成为全世界各个国家政府和普通民众迫切关心的热点问题之一。在应急管理中,最重要的莫过于应急参与人员、应急物资的筹集和分配,以及财力的保障等资源性的投入,因此,在非常规突发事件中对应急资源的管理是应急管理的基础性工作。

■ 1.1 应急资源管理概念及其基本功能

1.1.1 应急资源定义

在《经济学解说》中蒙德尔等(2000)将“资源”定义为“生产过程中所使用的投入”,这一定义在一定程度上反映了“资源”的经济学含义,即资源从本质上讲就是生产要素。通常,资源被划分为自然资源、人力资源及社会经济资源等。

应急资源是用于或计划用于突发事件应对等相关活动的各类资源。由于其涉及范围广泛,所以对应急资源有多种分类方式,根据不同划分方式也产生了不同的概念定义。例如,根据使用范围远近,可以将应急资源分为外部资源和内部资源,其中,内部资源是指不需经过长途运输,可以立刻投入使用的部分。但内部资源往往难以满足全部应急需求,所以还需要大量外部资源输入。根据使用方式,可以将应急资源分为消耗性资源和非消耗性资源,前者主要是指使用后不再存在的资源,如食品、药品、资金、燃料等;后者主要是指可重复使用的资源,如人力、设备、衣物、工具等。另外,根据资源存在的不同形式,还可以将应急资源分为人力资源、财力资源和物力资源等(王琪,2013)。

1.1.2 应急资源管理定义

美国国家突发事件管理系统(National Incident Management System,

NIMS)对应急资源管理的定义如下:对人员、设施、队伍、设备和生活物资等应急资源,利用工具、流程和系统进行科学管理,在突发事件响应时为应急管理者提供相应的支持。根据非常规突发事件处理的过程和应急资源的定义,我们可以将应急资源管理定义如下:在非常规突发事件的全过程,包括事前、事中和事后,对所有应急资源的管理,包括应急资源的储备和筹集、应急资源的配置以及应急资源的调度等。应急资源管理的最终目标是实现应急资源在突发事件应对全过程的经济、效率、效益和公平(economy, efficiency, effectiveness and equity, 4E)。

尽管目前学者对于应急资源管理的定义“仁者见仁,智者见智”,但是不同的定义中应急资源管理的内容具有相同之处,即包括应急资源保障、应急资源配置和应急资源优化管理等。

1.1.3 应急资源管理的主要功能

从应急资源管理的定义可以总结出,应急资源管理的主要功能包括三个,即应急资源布局和配置、应急资源调度与分配、应急资源补充与补偿。

1. 应急资源布局和配置

在非常规突发事件发生前,需要对应急资源进行科学合理的布局和配置以应对随时可能发生的非常规突发事件。这里的应急资源主要是指应急物资,包括保障人民生活的物资(粮食、帐篷等)、工作物资(应急救援所需要的专业性物资)以及特殊物资(主要是针对少数特殊事故所需的特定物资)。具体管理内容包括应急资源储备中心选址、应急物资筹集、应急物资分类储备等。其中,应急资源储备中心选址是指根据不同地区自然条件和交通情况等,科学合理地在全国范围内规划不同应急资源储备中心,用于存储一定数量的应急资源以应对随时可能发生的非常规突发事件。应急物资筹集主要是指应急物资的来源渠道,常规的应急物资筹集来源有政府部门统一集中采购、社会捐赠等。应急物资分类储备是指根据不同应急物资的特点和应急过程中的实际需求,将应急物资进行合理分类,并根据应急预案需要将不同数量的各类物资储藏于全国各应急资源储备中心。

2. 应急资源调度与分配

在非常规突发事件发生后,第一时间将受灾地区所需的应急资源从应急资源出救点分配和调度到需求点,成为应急决策者首要的决策问题。例如,在地震发生后,由于在“黄金 72 小时”救援时间内灾民的存活率较高,在这段时间内,多一个救援人员、多一个设备、多挖掘一片土地,就意味着能够给被埋者多一份生存的机会。因此,第一时间将应急人力资源即应急救援人员分配到灾区,对于挽救更多的灾民生命至关重要。

应急资源调度主要是指在时间、运输成本、供给与需求情况等约束条件下,将一定数量的应急资源(包括人力资源和物质资源等)最有效率地调度到受灾地区。应急资源调度是应急管理过程中影响应急管理实际效果的最重要的步骤之一,应急资源调度的效率直接影响着灾区的救援进展情况。应急资源调度往往面临着诸多的不便,如道路的损毁和中断等极端条件。

一般意义上,应急资源分配是指在应急资源供给紧缺的情况下,根据不同灾区受灾严重程度、灾民数量等因素,制定应急资源分配决策,将有限的应急资源合理分配给各受灾地区,使得应急救援效果最优(通常被定义为被救人数最多、灾民满意度最高或者最公平等目标)。应急资源分配直接影响灾民对于应急决策部门应急救援的心理感受,因此,应急物资分配需要应急决策者根据应急救援的实际情况,充分考虑灾区灾民的心理感受做出合理的物资分配决策。

3. 应急资源补充与补偿

随着应急资源从应急储备中心及其他出救点源源不断地被调度和分配到受灾地区,应急决策者需要及时对应急资源进行适当的补充,保持一定的安全储备量以应对当前需求和未来短时间内的需求。这就称为应急资源的补充,这里的应急资源主要是指应急资源的补充。

在应对非常规突发事件的过程中,应急决策部门往往需要根据实际应急救援的需要以及应急资源的可获得性征用私人资源以更好地进行应急救援。例如,在汶川地震中,由于物资紧缺,有些灾区地方政府就紧急征用商家商品用于应急救援。但是,往往类似的政府征用行为建立在对私有财产的占用和消耗的基础上且被征用物资者并没有表示无偿供应应急救援使用,这就涉及需要在应急救援进行时和结束后给予被征用物资者一定的补偿,包括金钱和物质的补偿。在应急资源征用过程中,应注意准确记录被征用者个人信息、征用物资(品牌、数量等)等信息,以免给后续的补偿带来困难和纠纷。

1.2 应急资源分类、来源及其特点

构建非常规突发事件应急资源需求结构是应急物资储备和调度的前提和依据,为了弄清应急资源的需求结构,我们首先需要对应急资源进行分类。

应急资源的分类方式很多,美国联邦紧急事态管理局(Federal Emergency Management Agency, FEMA)将应急资源分为8个类别,即应急医疗服务资源(emergency medical services resources)、事件管理资源(incident management resources)、公共卫生资源(health and medical resources)、执法与安全资源(law enforcement and security resources)、公共工程资源(public works resources)、搜寻救援资源(search and rescue resources)、火灾和危险品资源(fire and hazar-

dous materials resources)及动物健康资源(animal health resources)，并对每种资源单独编制指导手册。中国《国家突发公共事件总体应急预案》将应急资源分为人力资源、财力保障、物资保障、交通运输、医疗卫生和通信保障等。《应急保障物资分类及产品名录》将应急资源分为13类，即防护用品类、生命救助类、生命支持类、救援运载类、临时住宿类、污染清理类、动力燃料类、工程设备类、工程材料类、器材工具类、照明设备类、通讯广播类、交通工具类。按照使用的紧急情况可将应急资源分为一般级、严重级和紧急级三类；按需求原因可将应急资源分为自然灾害类应急物资、事故灾害类应急物资、公共卫生事件类应急物资、社会安全事件类应急物资和经济安全事件类应急物资五类；按应急物资的使用范围可将应急资源分为通用类和专用类(姜玉宏等，2007)。张旭凤(2007)根据应急过程中物资使用的优先级别，将应急物资分为4类，即生命救助物资、工程保障物资、工程建设物资和灾后重建物资。王成敏等(2010)参照2008年南方特大冰雪灾害和汶川地震对应急资源需求的特征，将应急资源分为应急救援类、基础设施和服务类、专业处置资源和支撑保障资源4类。

以上学者对应急资源的分类主要有以下两种思路：一是按照应急资源的属性进行分类；二是按照应急资源的用途进行分类。本章按照应急资源的属性将其划分为应急人力资源、应急资金资源、应急物资资源、应急信息资源、应急技术保障和其他特殊资源等，如图1.1所示。下文主要介绍前四种应急资源。

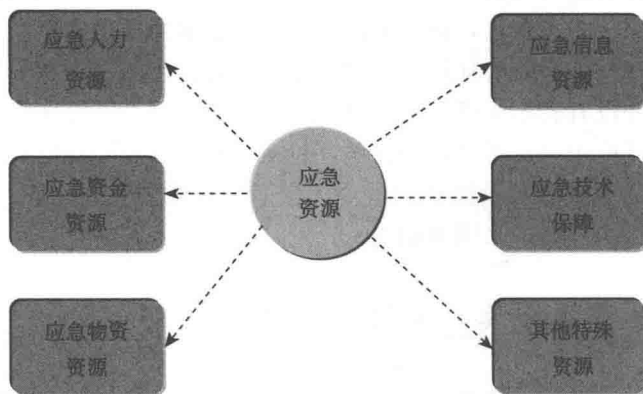


图 1.1 应急资源分类图

1.2.1 应急人力资源

应急人力资源主要包括正规应急人员和辅助应急人员。其中，正规应急人员主要是指应急管理人員、应急方面的专家和专职的应急队伍。应急管理人員主要是政府应急部门的正式工作人员，如应急管理办公室、安全生产监督管理局等部门的人员。应急方面的专家由各个领域的权威专家、学者构成，如高校研究地震

机理方面的教授、研究地震应急救援与应对的学者等。专职的应急队伍有突发事件应急救援队、消防队、公安局、医疗组织及救援部队等。

辅助应急人员主要包括志愿者队伍、社会应急组织以及军队和国际组织等。每次突发事件发生后,都有大批的志愿者或者民间组织积极参与到应急救援工作中。但是如何有效地管理这些人力资源也是应急救援的重要任务,管理好这些人力资源能够给应急工作带来正效用,否则反而可能影响应急救援的效率。

1.2.2 应急资金资源

应急资金资源的来源主要有四方面,即政府应急专项资金、捐赠资金、商业保险基金和银行信贷资金。

政府应急专项资金的用途主要有日常的应急管理、应急研究等工作,以及应急保障资源建设、维护、更新,项目建设,准备资金等。

捐赠资金主要包括社会捐赠和国际援助。例如,在汶川地震中,根据中华人民共和国审计署发布的汶川地震社会捐赠款物审计结果,截至2009年9月30日,全国共筹集社会捐赠款物797.03亿元(含“特殊党费”)。具体情况如下:按形态划分,资金687.90亿元,物资109.13亿元;按捐赠意向划分,定向291.93亿元,非定向505.10亿元;按捐赠渠道划分,境内捐赠723.05亿元,国际组织、海外华侨等国外捐赠40.48亿元,港澳台地区捐赠33.50亿元。

商业保险基金是指利用市场机制来扩大资金的供给。商业保险基金可适当弥补应急资金的不足,包括财产、人寿、保险等基金。

银行信贷资金主要还是为了能够给政府应急工作提供支持,为大型骨干企业灾后重建、恢复生产等提供帮助。

1.2.3 应急物资资源

应急物资资源是指在应对严重自然灾害、突发性公共卫生事件、公共安全事件及军事冲突等突发公共事件的应急处置过程中所必需的保障性物质。

应急物资资源主要可以划分为以下几类(图1.2)。

(1)保障人民生活的物资:主要是指粮食、食用油、水和手电筒等。

(2)工作物资:在处理突发事件过程中专业技术人员所使用的专业物资,往往需要由专业队伍来操作和使用。

(3)特殊物资:主要是指针对少数特殊事故处置过程的特定物资,往往储备较少,针对性强,如一些特殊药品等。

1.2.4 应急信息资源

获取和利用应急信息资源是应急管理的重要任务之一,丰富的应急信息资源