

# 社会应急资源监测系统及筹募机制设计\*

孟燕萍, 黄有方

(上海海事大学 物流研究中心, 上海 201306)

**摘要:** 提出构建社会应急资源监测系统, 建立信息系统对分布式的可应急社会资源进行监测, 为资源筹募提供依据, 提高社会资源的应急响应能力。分析监测系统的管理对象, 建立其功能架构; 设计社会应急资源的筹募机制, 对可筹募资源进行评估; 最后通过设计社会应急资源筹募流程说明筹募机制。针对社会应急资源参与应急救援的挑战, 设计社会应急资源监测系统的结构和工作机制, 为社会资源参与应急救援提供方法与系统, 并为社会应急资源筹集优化、应急能力评价等问题的研究提供基础。

**关键词:** 应急物流; 应急管理; 社会应急资源; 应急资源监测系统; 筹募机制

**中图分类号:** TP302.1      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1001-3695(2012)10-3752-05

**doi:**10.3969/j.issn.1001-3695.2012.10.038

## Monitoring system and recruitment mechanism design for social emergency resource

MENG Yan-ping, HUANG You-fang

(Logistics Research Center, Shanghai Maritime University, Shanghai 201306, China)

**Abstract:** This paper analyzed the objects of monitoring system and established the functional structure. Then it designed the recruitment mechanism, and raised the capability assessment of resources recruitment. At last, it designed recruitment process for social emergency resources. The paper designed the structure and mechanism for social emergency resource, providing methods and system for emergency decision making, and to provide a basis for collection optimization for social emergency resources, the evaluation of emergency response capability and so on.

**Key words:** emergency logistics; emergency management; social emergency resource; emergency resource monitoring system; recruitment mechanism

## 0 引言

社会应急动员和资源筹集是救灾的关键。资源筹集通常依赖于储备库和政府等救援组织, 但储备库的供给能力有限; 同时在平时资源闲置并随时间老化, 会造成浪费。而应急采购往往具有较长的生产和供给周期。另一方面, 本地社会资源在应急救援过程中发挥了独到的作用, 成为政府应急资源的有益补充。在印尼海啸<sup>[1]</sup>、汶川地震等灾难救援过程中, 社会应急资源发挥着越来越重要的作用。事实上, 社会是应急资源最大的容器, 是应急资源供需突变曲线的“缓振器”。目前关于社会资源参与应急救援方面的系统研究还很少。如何通过对社会资源的有效组织和管理, 使之既满足平时对资源的正常消费, 又能在应急救援过程中发挥重要作用, 是一个重要问题。社会资源在参与应急救援过程中已经体现出社会性、灵活性、敏捷性等鲜明特征, 但是社会应急资源的分布性、自主性和独立性使得协调和整体组织困难, 产生管理上的复杂性。社会资源参与应急救援的组织协调机制和策略研究较少。Chia<sup>[1]</sup>指出, 来自世界各地的机构的协调援助对大规模灾难救援非常重要。Shu 等人<sup>[2]</sup>研究了应急响应中多组织建理论;

Jaeger 等人<sup>[3]</sup>研究了社区响应网络在协调应对重大灾害中的作用; Balcik 等人<sup>[4]</sup>考察了人道主义救援链协调的挑战、协调机制和适应性。在应急管理和应急救援的组织体系方面, 不同的国家有较大差异, 管理部门往往有不同的设置。美国自然灾害应急管理体系为国家、州、郡三级管理体制, 采用分级响应原则<sup>[5]</sup>。中国实行中央与地方分级负责的救灾工作管理体制, 救灾储备物资以地方各级政府储备为主, 目前全国已设立多个省级应急资源储备库和地级储备库。应急资源部署和调运的研究成果较多, 一般不区分应急资源的来源。李静等人<sup>[6]</sup>考虑设施容量限制, 建立了应急资源储备库选址模型; Mete 等人<sup>[7]</sup>研究了应急管理中药品供应点选址和配送的随机规划模型; Rawls 等人<sup>[8]</sup>考虑需求和供应商库存的不确定性, 建立了应急资源供应商选址的两阶段随机整数规划模型。应急救援中多组织协调与监测的相关成果非常少见, Taro 等人<sup>[9]</sup>研究了基于多 agent 系统和弹性理论的应急响应中多组织协调问题; Ivar 等人<sup>[10]</sup>研究了复杂应急事件中网络的可靠性问题, 提出了依赖于弹性的援助网络结构; Liu 等人<sup>[11]</sup>研究了防御生物恐怖袭击的国家储备库与城市急救中心多层次应急物流网络的随机混合整数规划模型; Li 等人<sup>[12]</sup>建立了反生物恐怖中应

**收稿日期:** 2012-03-26; **修回日期:** 2012-04-30      **基金项目:** : 国家自然科学基金资助项目(71101088); 上海市自然科学基金资助项目(10ZR1413200); 上海市自然科学基金创新行动计划资助项目(11510501900); 上海市教委资助项目(10YZ115); 社科基金重大资助项目(11&ZD169); 上海海事大学基金资助项目(20120086); 上海海事大学研究生创新基金资助项目(yc2009105)

**作者简介:** 孟燕萍(1980-), 女, 浙江诸暨人, 博士, 主要研究方向为应急物流、物流系统建模与仿真(yanpingmeng@126.com); 黄有方(1959-), 男, 教授, 博士, 主要研究方向为应急物流、港航物流智能化信息理论与系统等。

急物资分派调度的模型;甘勇等人<sup>[13]</sup>研究了引入资源需求紧迫程度的多救点多物资调度模型;胡继华等人<sup>[14]</sup>在地理信息系统基础上设计了一个实时、动态的应急资源调度系统。目前对应急资源的研究主要集中在应急资源的部署和调运,主要考虑了资源的应急性,对社会资源的分布性、自主性、独立性等因素还没有在研究中充分体现。

### 1 问题

本文提出建立社会应急资源监测系统,可分为以下几部分:管理对象分析;监测系统功能设计;筹募机制设计;资源筹募性评估;资源管理和筹募流程设计。通过以下条件对该问题作进一步的界定:

a) 社会应急资源的来源包括非协议企业、非政府组织(NGOs)和个人,但是本文不区分社会应急资源的来源,仅考虑应急资源的类型和数量。

b) 社会应急资源理论上与国家和地方储备库等专业应急资源储备基地存在协同关系,但本文仅考虑在数量上将专业储备库的供给排除后的社会应急资源,将其作为一个独立的应急资源供给系统。

c) 社会应急资源参与灾难援救的过程比较复杂,尤其是灾后其逆向供应链问题具有重要意义,但本文仅考虑社会应急资源的管理和筹募,不涉及调运与回收。

d) 本文的重心在社会应急资源监测系统本身的构建与管理,不考虑社会应急资源物流网络的设计,以及灾变情况下的调运等运作优化和运营管理问题。

以上描述的社会应急资源监测系统及其环境的示意如图 1 所示。图中体现了四个部分:a) 社会应急资源筹集网络,其中非协议企业、非政府组织、志愿者和个人是供给社会应急资源的典型代表,在这些社会应急资源供给的资源点的基础上,建立包括资源点→一级筹集点→二级筹集点→…在内的多层筹集网络,完成对应急资源的汇总和逐级调运;b) 专业应急资源供给单位,以国家储备库、地方储备库和协议企业为主要代表,根据资源的数量与调运的方式,设置筹集点;c) 需求网络,主要由在需求方的分发点构成;d) 物流网络,通过直运与多式联运网络将筹集点的资源调运到分发点。

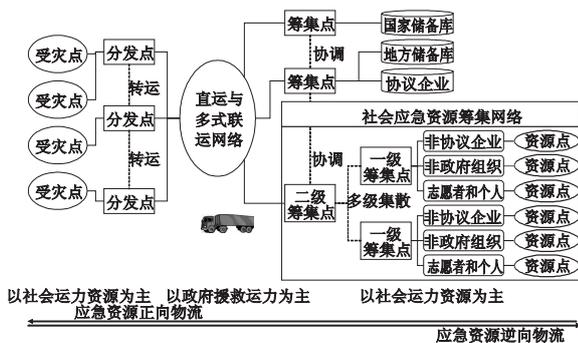


图1 社会应急资源多层结构模型

本文旨在为社会应急资源参与应急救援提供决策与管理的机制与系统。社会应急资源监测系统的设计,强调通过建立信息管理系统,对分布式的社会应急资源进行监测,采集分布在社会中的应急资源的状态信息,用于资源筹募性的评价。因此,该问题的关键是设计合适的机制,使得社会应急资源能够及时和正确地将信息反映到系统中,并考虑线上和线下系统的

结合,促进应急资源的流通,最大化这些资源在“平、战”两种状态中的综合价值。

## 2 社会应急资源监测系统与筹募机制

### 2.1 管理对象分析

社会应急资源监测系统主要管理特定区域中的以下内容:a) 社会应急资源的供给;b) 专业应急资源的供给;c) 灾变类型与强度;d) 筹募与交易机制。在图 2 中,建立了社会应急资源监测系统管理的七种实体。

a) 资源点类型。它包括社会资源点和专业资源点两类。社会资源点主要包括非协议企业、非政府组织、志愿者和个人;专业资源点主要包括国家储备库、地方储备库、协议企业。在本文中,专业资源点个数远少于社会资源点。

b) 资源点,主要管理资源点类型和位置。资源点位置是指资源供应点在物流网络中的位置。

c) 资源类型。任何一种确定的资源类型具有确定的可用年限、参考总量与体积、补偿代价函数、补给代价函数。总量与体积主要是作为物流运输能力的约束,而补偿代价函数主要用于计算社会应急资源筹募后的补偿;补给代价函数用于确定不同时限和数量需求下的补给代价,实际应用中可能与具体企业有关。

d) 供给。在本文的研究中,供给物资以地震和洪涝等灾害中都非常重要的帐篷为例,进行相关问题、系统和机制的设计。供给类型包括社会资源点供给和专业资源点供给。社会供给可以做到对单品进行计数;专业供给则可以采用大包装形式。对于社会供给和专业供给,启用时间和新旧程度的定义可能不同。专业供给的新旧程度一般与时间相关,而社会供给则与使用时间的长短有更大的关系。

e) 补给。补给是另一种形式的供应,由特定资源点对特定资源类型进行补给。本文的研究重心在社会应急资源,因此补给不作为主要考虑内容。

f) 灾变类型。本文主要以地震和洪涝等自然灾害为背景。

g) 灾变应急需求。应急需求主要确定资源类型和需求数量,甚至可以大致指定灾变的可能位置,从而对物流网络设计提供参考。

以上七种实体可以归结为三类,即资源类型、资源供给和灾变需求。

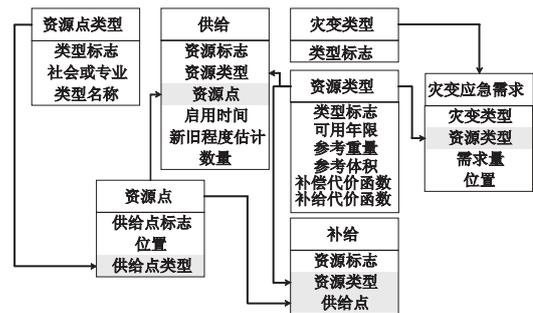


图2 社会应急资源监测系统管理实体

### 2.2 系统功能设计

社会应急资源监测系统主要包括特定区域内与应急资源储备、筹集、回收等管理任务相关的以下四类用户:

a) 社会资源的拥有者和提供者,即一般的社会居民、志愿

者、非协议企业等拥有和提供特定类型应急资源的社会实体。

b) 区域内社会应急资源管理的各级社会管理部门, 主要有三条线: 一般个人→街道等社区管理机构→各级民政管理部门; 一般志愿者→非政府组织的各级机构; 一般企业→各级行业管理机构→商业行政管理部门和民政管理部门。各级社会管理部门的意愿主要是了解自己管辖范围内的应急资源的储备状况, 并配合筹集和回收等工作。

c) 各级专业应急管理机构由社会应急资源管理的各级专业管理部门构成, 对应急资源和突发事件进行全面的监测、预测和应急管理。

d) 系统管理员作为系统的一般标准用户, 主要管理账号和基本资料。

在图 3 中, 概括了四类用户和 14 类功能, 共同构成社会应急资源监测系统的功能架构。从图 3 中可以看出, 社会应急资源提供者主要管理自身提供的应急资源的状态, 对资源状态进行维护与更新; 社会管理部门则根据从属关系对各级机构进行管理, 本质上对社会应急资源提供者进行组织和管理; 专业管理部门则对系统进行整体管理, 以此为基础制定“平、战”时期的不同决策。

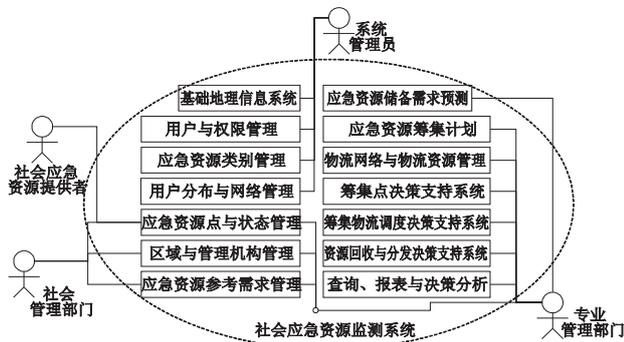


图3 社会应急资源监测系统的用例图

### 2.3 筹募机制设计

中国以举国机制进行救灾的方式, 其应急救援效率高, 但是代价也非常大。中国和很多其他国家一样, 应急救援的物质和供给能力并不弱, 无论是政府还是民众, 都能够积极参与与灾变救援, 但是如何逐渐强调灾变救援的经济性, 并将灾变救援作为一种常态进行运作, 也是当前的一个重要问题。社会资源参与应急救援, 有望显著规避短缺部分应急资源生产和调运的提前期, 从而满足救援的紧迫性要求, 同时还能缓解专业应急资源的压力, 降低专业救援资源的损失; 另一方面也是社会和谐发展的需要。社会应急资源参与应急救援, 能够稳定受灾群众的情绪, 鼓舞救灾士气。

在社会应急资源监测系统的支持下, 有以下四种资源筹募机制可以激励社会资源提供者, 提高社会资源的参与度, 以及其参与应急救援的及时性和效率, 即以新换旧、折价购买、积分兑换、社会宣传与鼓励。

设应急资源出厂时间为  $TS$ , 当前时间为  $t$ , 该资源的商品价格为  $C$ , 其闲置的寿命为  $TF$ , 其可用正常使用的时间为  $TL$  (显然  $TL \leq TF$ ),  $tu$  为该资源已经使用的时间 (不包含闲置的时间)。不同使用程度会使得同样使用时间的资源的新旧程度不一致, 资源的新旧程度用  $d \in [0, 10]$  来表示。另外, 定义该资源的应急筹募奖励因子为  $R, R \geq 0$ 。资源在当前剩余的价值用系数  $e$  表示, 可通过式(1) 计算得到, 而该资源当前的筹

募价格  $p$  可通过式(2) 得到。

$$e = \min \left\{ \frac{t-TS}{TF}, \frac{tu}{TL}, \frac{10-d}{10} \right\} \quad (1)$$

$$p = C \cdot (e + (1-e) \cdot R) \quad (2)$$

当  $R = 1$  时, 资源采用原价筹募; 当  $R = 0$ , 因资源的筹募价格正比于折旧程度, 此时折旧程度为 0, 所以没有应急征集的补偿; 当  $R \in (0, 1)$  时, 筹募有一定经济补偿。  $R$  越大, 经济补偿越大, 但不会超过其原始销售价格; 当  $R > 1$ , 筹募有较大的经济补偿, 筹募价格大于其商品销售价格。

在社会资源监测网络的基础上, 可以设计在线的拍卖机制, 根据灾变的进程和资源网络的分布, 决定资源的应急筹募奖励因子  $R$  和筹募价格  $p$ 。对于每一项资源, 可以由募集中心前往收集资源, 也可以由民众自动送到募集中心。因此, 在选择中标资源的时候, 需要估计资源筹募的物流成本。如果该资源的物流成本市场价格是  $l$ , 那么该资源的实际成交价格按  $(l + p)$  计算。

通过应急资源监测系统这个平台, 应急救援活动可以作为一种常态进行管理。应急资源筹募的另一个基础是资源的销售。事实上, 主要通过应急资源监测系统设计筹募机制来管理社会资源。因销售环节也由应急资源监测系统管理, 从而使得流通在社会上的应急资源在信息上形成一个闭环。

### 2.4 资源筹募性评估

筹募应急资源监测网络中的社会资源, 需要考虑资源对应急需求的可满足性和可应急性, 作为筹募决策的参考。设资源供给点集合为  $V = \{1, 2, \dots, NV\}$ , 资源分发点集合为  $D = \{1, 2, \dots, ND\}$ 。资源点  $v \in V$  的资源量为  $W_v$ , 各分发点  $d \in D$  的期望需求量为  $DEM_d$ , 资源点  $a \in V, b \in V$  之间的运输时间矩阵为  $T_{a,b}$ 。

1) 资源可满足性 资源可满足性的评价在应急资源网络中应该成为一种常态。一方面, 应急资源监测系统已经提供了实时评价的平台; 另一方面, 资源可满足性评价对于调整可应急商品营销策略具有指导意义。

在和平时期, 进行资源的可满足性评价, 主要考虑当前网络中的应急资源对潜在资源分发点需求的满足性。式(3) 建立的是应急资源监测系统存量对应急资源潜在需求的绝对数量可满足性。显然,  $SAq$  越大, 可满足性越好。

$$SAq(D, V, W, DEM) = \sum_{v \in V} W_v / \sum_{d \in D} DEM_d \quad (3)$$

通过考虑资源的剩余价值系数, 可以建立应急资源监测系统中资源的价值可满足性, 如式(4) 所示。其中  $e_v$  表示资源节点  $v \in V$  的所有资源的价值之和。

$$SAv(D, V, W, DEM) = \sum_{v \in V} (e_v \cdot W_v) / \sum_{d \in D} DEM_d \quad (4)$$

设置资源的可满足性阈值, 当阈值较低时, 需要通过调整应急资源销售策略, 提高社会应急资源的保有量。可采用的策略包括以下三种: a) 运用价格杠杆, 鼓励购买和消费社会应急类资源; b) 通过社区、企业、学校和其他机构的宣传, 加强民众对社会应急资源储备的认识; c) 扩大应急资源监测系统中的非协议企业产能, 提高应急资源临时供给能力。

2) 资源可应急性 资源的可应急性主要取决于资源对分发点的分配。一般的灾变救援都有时间要求。由于专业储备库和协议单位在救援过程中可以补给应急资源, 因此社会应急资源应急价值的发挥有一个有效时间范围。对于超出黄金救援时间  $GT$  的应急资源调运就没有太大的实际意义。因此, 在

忽略集散时花费的运输中转时间的情况下,资源点 $v \in V$ 对需求点 $d \in D$ 绝对可应急性 $EMa(v, d, GT)$ 通过式(5)定义。在此基础上,通过综合资源点和需求点两个维度,由式(6)定义资源点集合对分发点的绝对可应急性 $EMa(V, D, GT)$ 。

$$EMa(v, d, GT) = \begin{cases} 1 & T_{v,d} \leq GT \\ 0 & \text{else} \end{cases} \quad (5)$$

$$EMa(V, D, GT) = \sum_{v \in V} EMa(v, d, GT) \quad (6)$$

由于在和平时期对可应急性评价时还未确定筹集网络和相应的物流网络,因此根据对分发点及其需求的估计,并且考虑分发点需求的相对比重,建立资源供应点集合对资源分发点的相对可应急性,如式(7)所示。该指标不仅取决于资源供应点到分发点的时间,也与各个分发点的需求量的权重有关。

$$EMr(V, d, GT) = \sum_{v \in V} \left( \left( 1 - \frac{T_{v,d}}{GT} \right) \cdot \left( 1 - \frac{DEM_d}{\sum_{a \in D} DEM_a} \right) \right) \quad (7)$$

相应地,对于所有资源点,则可以建立对所有分发点的综合可应急性,如式(8)所示。

$$EMh(V, d, GT) = \frac{\sum_{v \in V} (EMa \cdot W_v)}{DEM_d} \quad (8)$$

综上,资源的可应急性评价很大程度上依赖于资源点和潜在分发点的调运时间矩阵 $T$ 。绝对可应急性衡量在 $GT$ 内可到达分发点的资源点个数;相对可应急性衡量资源点的应急资源到分发点的相对时间长短和分发点需求量的相对权重;综合可应急性衡量在 $GT$ 内资源点的应急资源量对于分发点需求量的相对满足性。

### 2.5 资源管理与筹募流程设计

图4描绘了社会应急资源管理与筹募的流程。该流程以一个商品的全生命周期为线索来说明在社会应急资源监测系统的管理下资源的流动过程。在过程2、3、4、7、8、9等处理活动中,可应急商品的标志安装和读取贯穿其中,从而实现对资源的追踪管理。从技术上说,该标签可以是条码或RFID标签。处理过程5和6在社会应急资源监测系统基础上,提供了应急资源募集的招投标过程,而过程4、7、9、13则串联起来实现资源在“平战”两种状态下的评价,同时对资源点(即资源的所有者)的评价也结合起来,从而用于指导此后招投标对象的选择。

### 3 仿真

对提出的应急资源监测系统,设计仿真如下:

a) 供需网络生成,产生应急资源的供给点和分发点及其布局,形成这些节点之间的时间矩阵、供应点的供给能力与分发点的需求量,采用以上产生的基本数据作为应急资源监测系统分析的基础数据。

b) 对于社会应急资源监测系统和资源筹募性进行分析,采用资源的可满足性和可应急性两大类指标和五个明细指标进行分析,以探讨相应的调整策略。

#### 3.1 生成应急资源网络

在应急资源供需网络布局区域范围内采用均匀分布,随机产生250个资源点(纵坐标和横坐标服从均匀分布 $U(1, 500)$ )和15个分发点(纵坐标和横坐标服从均匀分布 $U(700, 1300)$ ),布局如图5所示。每个资源点的供给量 $W_v$ 服从均匀分布 $U(10, 100)$ ,供给总量为13 642单位;而分发节

点的需求量 $DEM_d$ 服从均匀分布 $U(600, 1500)$ ,总需求为1 3416单位。根据欧氏距离算得250个资源点之间的距离矩阵,设筹集的运输速度为 $SP = 1$ ,可获得资源点之间时间矩阵 $T_{a,b}$ 。

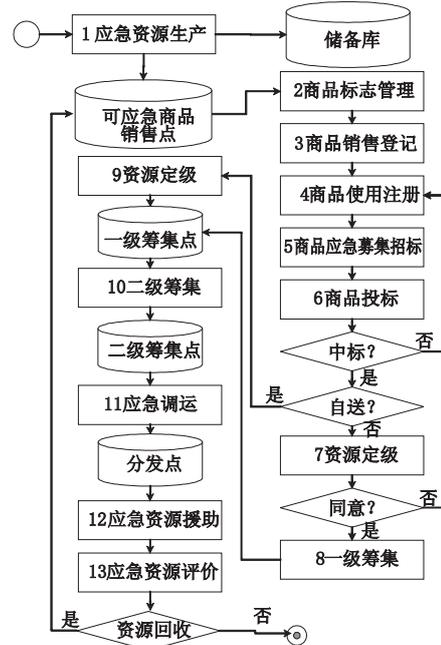


图4 社会应急资源管理与筹募流程

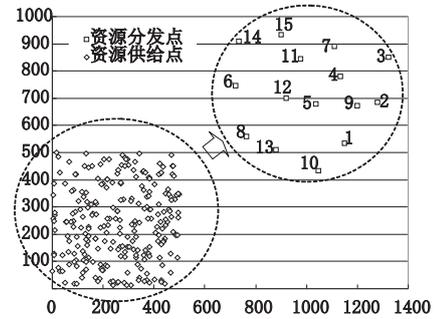


图5 应急资源供需点的分布

#### 3.2 监测系统的可筹募资源评估

根据以上数据,对应急资源监测网络中资源的可筹募性进行评价分析。其中,当前时间 $t = 0, TF = 10, TL = 8$ ;  $TS$ 服从均匀分布 $U(-8, -1)$ (以保证资源没有超过有效期); $tu$ 服从均匀分布 $U(1, -TS)$ ;参数 $d$ 服从均匀分布 $U(0, 8)$ (以保证资源还有使用价值)。设社会应急资源的价值可满足性阈值为0.05,当价值可满足性小于0.05时,说明应急资源比较陈旧,其可用年限已经很少,不适合经过较长途的运输送到灾区进行救灾,因该资源的调运和灾后回收是不经济的。

##### 3.2.1 可满足性

1) 绝对数量可满足性 设黄金救援时间根据式(3)可以计算出应急资源的绝对数量可满足性为1.016 85,可见监测系统中的应急资源在数量上可以满足分发点的需求。

2) 价值可满足性 根据式(1)计算价值系数 $e$ 。根据式(4)算得监测系统中的应急资源价值总量为3 645.225,价值可满足性为0.271 7,超过价值可满足性阈值0.05,说明该监测系统中的社会应急资源在一定时期内能满足使用,适合于应急救援。

##### 3.2.2 资源可应急性

1) 绝对可应急性 设黄金救援时间 $GT = 1 000$ ,根据式

(5)和(6)得到应急资源对分发点的绝对可应急性,计算结果如表 1 中的  $EMa$  所示。其中分发点 2、3、7 和 9 的绝对可应急性较低,说明在  $GT$  内供给这些分发点需求的资源点较少;相反,在  $GT$  内供给分发点 6、8 和 13 的资源点较多。

2)相对可应急性 根据式(7)计算相对可应急性,如表 1 中的  $EMr$  所示。分发点 5 和 10 的相对可应急性比较小,说明应急资源供给区域到这两个分发点的距离相对较远或这两个分发点的资源需求量权重相对较大,使得需求全部被满足的风险较大。而分发点 1、2、6、8 和 9 的需求被全部满足的可能性较大。

3)综合可应急性 根据式(8)计算综合可应急性,如表 1 中的  $EMh$  所示。分发点 2、3、7 和 9 综合可应急性较小,在  $GT$  内供给的应急资源数量相对于该分发点的需求量的比率低;而分发点 6 和 8 的综合可应急性较高,说明在  $GT$  内供给的应急资源数量相对于该分发点的需求量的比率高,需求量被满足的风险总体上较小。

表 1 应急资源对分发点的可应急性评价

	1	2	3	4	5	6	7	8
$EMa$	151	66	15	101	171	250	83	250
$EMr$	0.903	0.899	0.866	0.869	0.845	0.896	0.859	0.924
$EMh$	11.8	5.3	1.01	5.86	7.82	16.2	4.66	21.15
	9	10	11	12	13	14	15	
$EMa$	97	219	154	224	250	219	150	
$EMr$	0.888	0.837	0.859	0.879	0.870	0.886	0.871	
$EMh$	6.62	9.417	8.2	13.06	12.75	13.87	8.57	

将  $EMa$ 、 $EMr$  和  $EMh$  的标度标准化后,得到三个指标的分布,如图 6 所示。由图 6 可知,绝对可应急性与综合可应急性总体上具有一致性,因这两个指标衡量的都是在  $GT$  内资源的可应急性。但个别分发点这两个指标的差异较大,如分发点 5、10、13 的绝对可应急性较大,而综合可应急性较小,说明在  $GT$  内可供资源点较多,但资源供给量对于其需求量却不是非常充裕,可能原因是供资源点的资源密度较小或分发点的需求较大。监测系统资源对各个分发点的综合可应急性相互间差异较大,如对分发点 8 的  $EMh$  为 1,而对分发点 3 的  $EMh$  则小于 0.2,则分发点 3 在  $GT$  内被完全满足的风险较大。资源对各个分发点的相对可应急性差异较小,都在 0.8~1 之间,因从资源区域到各个分发点的时间长度差异小,从而缩小了相对可应急性的差异。

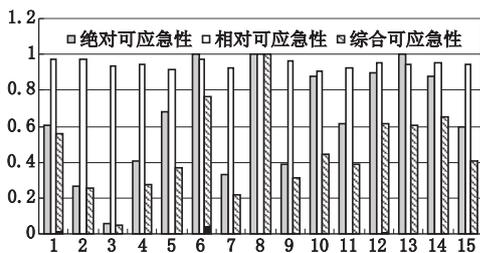


图 6 资源可应急性三种指标的比较

通过仿真案例的资源分布设计体现社会应急资源零散分布的特点,供需网络的地理位置设计体现调运就近社会应急资源救援的现实特点。对资源的可满足性和可应急性的评价,考虑了应急救援的时间要求、数量要求、价值要求,可以体现该区域社会应急资源对需求的满足情况,为这些具有独立性的资源筹募、救援决策提供参考,从而采取合适的筹募机制进行应急救援。

#### 4 结束语

社会应急资源监测系统和应急资源物流拓扑网络的建立,为社会应急资源参与应急救援奠定了基础,从建立社会化应急管理角度丰富了应急管理内容。社会应急资源监测系统注重通过系统性和整体性加强对社会应急资源的监控,为社会应急资源参与应急救援提供了方法和系统,是建立服务型政府的需要,对提高社会资源的应急响应能力具有重要意义。在研究过程中产生的一些新问题需进一步探讨:一是基于监测系统的应急资源筹集网络设计和筹集方案优化;二是社会应急资源监测系统和物流网络的应急能力评价;三是基于灾害的社会应急资源的筹集和转运等。

#### 参考文献:

- [1] CHIA E S. Engineering disaster relief[J]. IEEE Technology and Society Magazine, 2007, 26(3): 24-29.
- [2] SHU Y, FURUTA K. Modeling of multi-organization performance for emergency response, digital human modeling[C]//Proc of the 1st International Conference on Digital Human Modeling. Berlin: Springer-Verlag, 2007: 511-520.
- [3] JAEGER P T, SHNEIDERMAN B, FLEISCHMANN K R, et al. Community response grids; e-government, social networks, and effective emergency management [J]. Telecommunications Policy, 2007, 31(10-11): 592-604.
- [4] BALCIK B, BEAMON B M, KREJCI C C, et al. Coordination in humanitarian relief chains: practices, challenges and opportunities[J]. International Journal of Production Economics, 2010, 126(1): 22-34.
- [5] 黎健. 美国的灾害应急管理及其对我国相关工作的启示[J]. 自然灾害学报, 2006, 15(4): 33-38.
- [6] 李静, 赵林度. 基于时间满意的应急资源储备库双容量限制选址模型[J]. 东南大学学报: 自然科学版, 2007, 37(S2): 293-296.
- [7] METE H O, ZABINSKY Z B. Stochastic optimization of medical supply location and distribution in disaster management[J]. International Journal of Production Economics, 2010, 126(1): 76-84.
- [8] RAWLS C G, TURNQUIST M A. Pre-positioning of emergency supplies for disaster response [J]. Transportation Research Part B: Methodological, 2010, 44(4): 521-534.
- [9] TARO K, JUMPEI M, KAZUO F. Simulation of multi-organizational coordination in emergency response for system resiliency [J]. International Journal of Technology, Policy and Management, 2008, 8(4): 442-459.
- [10] IVAR K B, EINAR O O. Reliability-seeking networks in complex emergencies [J]. International Journal of Emergency Management, 2005, 2(4): 275-291.
- [11] LIU Ming, ZHAO Lin-du, CHENG Ting. Integrated and dynamic optimization control of multi-level anti-bioterrorism emergency logistics network [J]. Journal of Southeast University: Natural Science Edition, 2007, 37(S2): 361-366.
- [12] LI Zhi, HAN Rui-zhu, LIU Ming. Analysis of synergetic dynamics model of emergency rescue network in anti-bioterrorism system [J]. Journal of Southeast University: Natural Science Edition, 2007, 37(S2): 374-380.
- [13] 甘勇, 吕书林, 李金旭, 等. 考虑成本的多出救点多物资应急调度研究[J]. 中国安全科学学报, 2011, 21(9): 172-176.
- [14] 胡继华, 钟广鹏, 严国灿. 基于 GIS 的动态应急资源调度系统设计与实现 [J]. 计算机应用研究, 2012, 29(1): 200-202.