

● 李 纲, 叶光辉 (武汉大学 信息资源研究中心, 湖北 武汉 430072)

## 网络视角下的应急情报体系“智慧”建设主题探讨<sup>\*</sup>

**摘 要:** 研究网络视角下的应急情报体系“智慧”建设主题就是要探究网络科学与智能应急信息管理的结合点。文章在对社会语义网、事件链和信息流进行特点分析的基础上,依次论述了它们的应用价值。首先,将语义表达和网络分析融合一体的社会语义网有助于网络舆情抽取与展示、知识表达与推理等的实现。其次,有关事件链建模方法、耦合算法及推理机制的研究将为多源信息融合及信息预警提供新的途径。最后,借助因果关系网络,对应急信息流结构及信息交互网络进行了探讨。三者各有侧重和交叉,共同形成了该主题研究的方法体系。

**关键词:** 应急情报; 应急管理; 社会语义网; 信息流

**Abstract:** The aim of the research on the subject of “wisdom” construction of emergency information system under the perspective of network is to explore the combination of network science and intelligent emergency information management. Based on the analysis of characteristics of social semantic Web, events chain and information flow, the paper discusses their application value in turn. Firstly, social semantic Web, which integrates the semantic expressions and network analysis, contributes to the public opinion extraction and presentation as well as the knowledge expressions and inference of network. Then, the studies of events chain modeling method, coupling algorithm and inference mechanism will provide new approaches for multi-source information fusion and information early warning. Finally, the paper probes into the structure of emergency information flow and information interactive network with the help of causality network. All of the three have their own emphasis and intersection, and together form the method system of the research for this subject.

**Keywords:** emergency information; emergency management; social semantic Web; information flow

应急管理体系是一个开放的复杂巨系统,具有多主体、多尺度、多因素和多变性的特征<sup>[1]</sup>。从信息功用角度分析,一方面,通过应急会商技术<sup>[2]</sup>,如视频/电话网络等,应急情报体系建设有助于将多主体联络起来,在统一的应急管理平台下协同工作,从而最大程度地减小不确定性带来的社会影响;另一方面,在范维澄院士提出的公共安全“三角形理论模型”中,作为灾害要素之一,信息可作用于主体心理,再由主体行为表现出来<sup>[3]</sup>,如谣言通过人际网络和计算机网络的传播可造成大范围的人员恐慌,诱发群体事件,加剧社会危机。

信息具有多种作用形式,应急情报体系建设必须融入“智慧”理念,这样才能在繁芜丛杂的信息海洋中,认清信息流动的网络结构,适时地引流和截流<sup>[4]</sup>,以实现信息资源的合理配置。以图论为数学基础的网络理论和技术不

断发展,日臻成熟,现已发展成为一门科学——网络科学<sup>[5]</sup>。研究网络视角下的应急情报体系“智慧”建设主题就是要探究网络科学与智能应急信息管理的结合点,如基于复杂网络的舆情分析<sup>[6-7]</sup>、基于概率网络的事件链分析<sup>[8]</sup>、基于衍生/次生网络的突发事件耦合研究<sup>[9]</sup>等。这些由不同链关系(语义关系或结构关系)形成的网络可统称为主题网络,它们构成的元素(节点和链)基本一致,差别主要体现在:

1) 链类型。应用于应急情报体系建设领域的主题网络,节点之间的链包括两大类型:确定性链和不确定性链。确定性链用来描述客观的事实信息,链值为0和1,其形式如百度和中国人民大学舆论研究所联合发布的《中国社会年度舆情报告(2012)》中基于热点事件生成的社会语义网<sup>[10]</sup>;不确定性链用概率来描述,链值基于专家经验知识或者历史相关统计资料,范围为0~1<sup>[11]</sup>。无论哪一种链,针对某一具体的突发事件,为了保持易读性,都要有一定语义描述。

2) 链方向。链的方向由信息流方向决定,而在复杂系统中,信息流动有其系统动力学原理。信息的传输和回授构成信息反馈,反馈方向分为正向和负向,多重反馈还

<sup>\*</sup> 本文为国家社会科学基金重大项目“智慧城市应急决策情报体系建设研究”(项目编号:13&ZD173)和武汉大学自主科研项目(人文社会科学“网络视角下的应急情报体系建设主题研究”(项目编号:274014)的成果,受“中央高校基本科研业务费专项资金”资助。

可能构成环。借助因果回路图 (Causal Loop Diagram, CLD) 的基本规则, 可以判定链及环的方向, 分析节点之间的影响形式和效果<sup>[12]</sup>。

结合应急情报体系“智慧”建设情景, 根据可实现语义分析功能的强度和成熟度, 本研究选取3类主题网络(社会语义网、事件链和信息流)来做重点分析。

## 1 社会语义网主题分析

### 1.1 社会语义网特点分析

语义网最早由 T. Berners-Lee 在 XML 2000 大会上提出, 依据他的描述, 语义网不同于以前的网络, 是一个机器可理解的立体网络, 包括7个层级, 由低到高依次为: Unicode 和 URI、XML + NS + XML Schema、RDF 和 RDF Schema、Ontology Vocabulary、Logic、Proof、Trust<sup>[13]</sup>。它被视为万维网未来发展的方向和实现人机智能交互的必要途径。

在应急情报体系“智慧”建设过程中, 语义网扮演着关键角色。但此时语义网不再关注基础层级的编码、标注等工作, 而更关注用户借助 Web 2.0 时代的社交工具(如 Twitter、Facebook 等微博和 Tumblr、MetaFilter 等社交博客)所提供的功能模块而建立的联系网络——社会语义网。以博客为例, 其发展经历了传统博客、社交博客、微博3个阶段。传统博客为每一个用户提供了表达的独立空间, 微博则是为所有用户提供了表达的公共空间, 社交博客则介于二者之间, 是传统博客和微博之间的过渡形式。由于既注重用户的语义表达, 又具备网络的基本拓扑特性, 社会语义网规模正伴随着日渐开放的用户交流而不断扩展。

### 1.2 社会语义网应用分析

依据社会语义网的特点, 同时结合应急情报体系建设的实际, 下面围绕网络舆情抽取与展示、知识表示、知识推理、知识导航、知识库构建等主题开展相关研究工作。

**1.2.1 网络舆情抽取与展示** 网络舆情是社会舆情在互联网空间的映射, 是社会舆情的直接反映。它以网络为载体, 以事件为核心, 是广大网民情感、态度、意见、观点的表达, 传播与互动, 以及后续影响力的集合<sup>[14]</sup>。社会语义网是网络舆情发酵的重要媒介, 同时也是网络舆情抽取与展示的重要工具。

在该主题研究中, 可以对某一突发事件的演化过程进行相对客观的描述, 并分析在整个生命周期内有关该事件的网络舆情变化情况, 为合理有效地引导舆情发展做决策支撑。网络舆情抽取与展示过程如下:

1) 以句子为基本单元, 分析网络语料不同元素之间的句法关系。依托依存句法分析工具, 如哈尔滨工业大学

的 LTP-Cloud、复旦大学的 NLP 等, 得出句法分析结果。结果包含了该句子的中心词、支配词以及它们之间的关系等。

2) 确定不同句法关系对应的逻辑意义。逻辑解读没有统一的标准, 较有影响力的是喻国明课题组, 他们从词性角度出发, 认为形容词代表了网民对该事件的基本价值判断, 反映了社会心理; 动词代表了事件本身的行为逻辑, 反映了民众对该事件的社会行为; 人名、机构名、地名等则分别代表了事件关联的主体、机构、地域等信息<sup>[10]</sup>。

3) 以1) 中句子元素为节点, 以2) 中逻辑关系为链, 构建社会语义网。对比突发事件不同时间点生成的社会语义网, 并以可视化方式呈现, 有助于决策者及时了解网络舆情的发展态势。

4) 使用社会网络及复杂网络分析方法和指标, 深度解析和分类汇总不同舆情在社会语义网中的传播规律, 为信息引流及截流方案的制定提供参考和支撑。

**1.2.2 知识表达与推理研究** 社会语义网还可以应用到知识表达与推理中, 关联的知识包括应急预案、应急案例、专家知识或经验等。类似舆情抽取与展示, 文本化的应急预案、应急案例表现形式单一, 不易快速准确地提取应急管理所需的信息, 同时非结构化的特点也导致它们很难整合到数据库、模型库中, 大大延长了应急方案制定的时间。为了改进上述问题, 数字预案及案例技术被广泛应用到应急管理中来。该技术的本质就是将文本预案及案例中的关键节点进行结构化处理, 以便计算机识别。结构化处理就是在句法及逻辑分析的基础之上, 采用形式化语义工具(如 UML、Ontology 等)对关联知识进行表达并存储到知识库的过程<sup>[15]</sup>。经过上述处理之后的信息, 具有两方面的典型应用:

1) 知识导航。形式化语义工具特有的概念(类)层级及非层级联系设计形成了应急知识地图, 在网络连通完备的情形下, 循着地图上的任一点, 就可以很容易找到基于历史信息库的关联概念或实例, 从而起到良好的知识导航作用。

2) 应急方案自动生成。对某一突发事件进行情形描述(其典型应用就是提取关键词信息), 然后在知识库中进行检索匹配, 获取预设的应急预案及过往应急案例等处置信息, 并自动填充到结构化表单或模型中, 生成初步的应急实施方案。

相比应急预案、应急案例等文本信息, 专家知识或经验不能完全结构化。专家是突发事件应急决策过程的重要参与者, 他们参与突发事件事前评估、事中评估和事后评估, 在每一阶段都从事不同工作内容, 但扮演着相同的角

色。基于本体的知识库是将专家知识结构化的成果,在此基础上,通过相应语义规则的定义可实现一定程度上的知识推理,适用城市易发多发事件的应急处置,可有效降低专家工作量,提升应急管理的智能化水平。但目前语义网技术还不能实现完全的机器智能,因此基于语义规则的知识推理要同专家人工评估相结合,共建智能的应急情报参考咨询体系。

## 2 事件链主题分析

### 2.1 事件链特点分析

应急管理体系是一个复杂巨系统,系统内各要素之间联系紧密,一个事件的触发可能衍生更多的事件,事件不断蔓延、耦合最终形成事件链。事件链源自灾害链,最早由我国地震学家郭增建于1987年提出<sup>[16]</sup>。事件链中的任一子事件都可以看作是由输入、状态与输出3种要素组成的系统。输入要素是导致突发事件内部状态发生变化的系统外部要素;状态要素用来描述突发事件在特定时刻的特征和性质;输出要素则是由突发事件产生的对外部环境具有影响的物质、能量和信息。事件链的发生发展是若干个子事件内3要素相互作用的综合结果<sup>[17]</sup>。针对事件链特殊且复杂的结构,可以借助复杂网络分析方法和工具建立相应的模型,如王建伟等利用过往实际案例构建了突发事件连锁反应网络,并证实该网络具有无尺度特性:网络平均路径长度为3.2和聚集系数为0.15<sup>[18]</sup>。

### 2.2 事件链应用分析

按照事件链研究层级,由低到高,依次将事件链应用分为3部分:①事件链建模方法研究;②事件链耦合算法研究;③事件链推理机制研究。

#### 2.2.1 事件链建模方法研究

1) 基于贝叶斯网络的突发事件链建模方法。在突发事件处置中,应急决策往往要在信息不完备的情形下做出,多表现为临机决策。作为一种强有力的不确定性知识表示与推理工具,贝叶斯网络日益受到重视。它是一种基于网络结构的有向图描述,是人工智能、概率论、图论以及决策理论相结合的产物。贝叶斯网络中的节点代表各个信息要素,各节点之间的链代表信息要素之间的因果关系,链值用条件概率来表示,代表信息要素之间的影响程度<sup>[11]</sup>。在应急情报体系建设过程中,贝叶斯网络常表现为源发事件的衍生、次生网络,链值大小要基于历史案例信息或者领域专家的经验判定,功用主要是实现多源信息融合和提升预警机制的灵敏度。

2) 基于同源关联的突发事件链建模方法。相伴发生的突发事件可能存在3种关系:同源并发关系、因果串行关系和偶发关系。偶发关系引起事件关联的机理还在探索

阶段。为了避免和基于贝叶斯网络的突发事件链建模方法相重叠,基于同源关联的突发事件链建模方法确认链上事件之间不是衍生、次生等串行关系,而是并发关系。在此,基于历史案例,通过共现分析,可统计出事件的并发次数,并以此作为链值来构建突发事件共现网络,因此可利用社会网络相关分析方法和指标来评价整体网络或者任意网络节点的特性,实现细粒度的应急管控。

3) 基于情景的突发事件链建模方法。基于情景的突发事件链建模方法综合了上述3种事件关系,其根据事件实际情景和专家判定,提取情景中关键事件,依托“情景—应对”理论或技术,构建综合多种语义关系的网络,生成情景发展态势图。在应急情报体系建设过程中,可通过度分离寻找到核心事件链,通过语义关系提纯或分组可统计出单一语义关系下网络的特征,并与总体网络特性对比,获取不同语义关系对情景发展的影响强度,从而为应急处置活动设定行动优先级。

2.2.2 事件链耦合算法研究 前面提到了事件间存在3种关系,则对应事件链耦合算法也具有3种。基于贝叶斯网络的事件链耦合算法过程可描述为:①确定每一个事件的输入、状态和输出集合的元素;②结合训练集,采用先发概率 $P(A)$ 确认源发事件A发生的概率,采用条件概率 $P(B|A)$ 确认由A输出的某个元素e诱发相继事件B发生的概率;③如果B事件是由A输出的多个元素共同诱发,则计算联合发生概率;④以上一事件的输出元素和下一事件的输入元素为耦合计算对象,依次循环,直至链尾。基于同源并发的突发事件链耦合计算方式类上,但此时只要确立两个事件是并发的,则理论上其发生概率是一样的。但实际中,基于过往案例,统计的并发事件发生概率并不一定相同。基于情景的突发事件链耦合计算包括上述两种,对于偶发事件耦合计算可遵循基于贝叶斯的耦合计算方法,也可设计相应阈值,进行归0处理<sup>[19]</sup>。无论哪一种耦合算法,相关计算参数的获取可基于过往案例信息,也可基于专家的经验判定。

2.2.3 事件链推理机制研究 结合过往历史信息,按照突发事件链建模方法和耦合算法,可以得到不同类型事件链,将它们存储起来。当有同类型突发事件发生时,通过检索,可以找到相关事件链,结合突发事件发生发展的程度,判定接下来发生各种衍生、次生事件的可能性,为应急处置提供行动参考。但由于有些源发事件发生时间比较急促,比如地震等,因此要实现推理可基于继发事件来展开。同时还需要注意,事件发生概率是基于大量统计资料或专家经验知识获取的,在某一次突发事件中不一定完全准确,且随着时间增长,各事件发生的条件概率也在不断变化,因此应急管理要有所侧重,但也不可偏废。

事件链和社会语义网都可以实现推理,但二者推理机制存在一定差别,主要体现在:①事件链结构相对简单,节点数目不多,连通性一般;社会语义网结构往往较为复杂,语义关系类型多样,且连通性较好。②事件链推理基于统计数据(条件概率)来实现,由于数据不断更新,不同时间点事件链推理结果可能存在差别;社会语义网推理则基于事先定义好的语义规则(关系属性、公理、常识等)来实现,因而较为稳定。③事件链推理服务于应急预案;社会语义网推理则服务于应急知识管理。

### 3 信息流主题分析

#### 3.1 信息流特点分析

信息流是情报学研究中的重要主题,它包括两层内容:业务信息流和数据信息流。对应到应急情报体系建设过程中,业务信息流就是将线性的一般的信息管理活动(信息搜集、信息组织、信息分析、信息服务等)有机地串联起来,形成日常应急信息管理工作流程,这些工作流程依据交互主体的不同可分为信息上报、信息合作、信息联动和信息发布。附着于工作流程形成的渠道,数据信息流可自主实现有效的配置,自主实现可归因于两方面:一是系统动力学原理,信息论是系统动力学发展过程中吸收的重要理论,不同信息管理活动之间存在着类事件链的因果关系;二是信息势能,它已被应用到传播学中,用来描述信息对主体所具有的潜在价值。潜在价值越大的信息,其所具有的势能就越大,越需要在合适时空中得到突出显示。因此同一信息在不同主体间存在的势能差将推动数据信息的流动<sup>[20]</sup>。

#### 3.2 信息流应用分析

3.2.1 应急信息流结构研究 目前该主题研究多围绕应急供应链展开<sup>[21]</sup>,为摆脱以往关于突发事件应急管理机制的研究模式,本文从信息流视角出发<sup>[22]</sup>,通过流程图<sup>[23]</sup>(数据流程图和业务流程图)来阐述应急信息流结构<sup>[24]</sup>。整体上讲,它可分成5个部分:信息预警、信息处理、信息利用、信息保障和信息沟通。前三者表现为线性结构,构成应急信息流的核心。信息处理形成结构的中枢;信息预警是中枢的输入端;信息利用是中枢的输出端。后两部分表现为环形结构,构成结构的外围。每一部分都独立形成一条泳道(类似UML设计中的“包”元素),但不同泳道之间存在着信息交流。遵循信息管理流程,信息循环流动于城市突发事件应急决策的运行机制中,信息生命周期过程中的收集、传递、处理、存储、传播、利用各环节紧密地结合在一起,为不断提升城市突发事件应急管理能力而服务。

3.2.2 信息交互网络研究 信息需求是信息交互网络形

成的动力,信息传递和信息反馈是信息交互网络的关联形式,信息共享是信息交互网络的期望状态。据此,信息交互网络研究包括:

1) 主体网络研究。运用复杂网络分析方法和指标探究网络中人、小组、组织或其他实体的网络行为。突发事件为每一个参与实体提供了情景,每一个实体既拥有典型特征或属性,又彼此存在着联系。一个实体可以从别的主体的那里学习,也可以向其他实体传递消息。

2) 交互规则研究。主体之间都遵循交互规则,规则描述了主体在特定情况下如何行动,规则不必正确,也可能是随机的,但是通过它,可以判定主体属性或主体间关系的变化情形。这种变化主要体现在知识需求或响应方式和内容上,可借助CLD来解析这些变化。

3) 交互效果研究。借助复杂网络或者社会网络分析指标,可以判定交互网络的整体特性及某一节点的属性。同时,还可以利用仿真工具来建立信息交互模型,如利用NetLogo等多智能体仿真工具,可以将节点信息看成是能量,那么信息输出就可以理解为能量的耗散(能量耗散大小跟知识本身的稀缺性有很大关系)。其他节点通过阅读这些信息可以获取一定的能量,节点吸收这些信息之后获得的能量和其自身的吸收能力、协同创新能力有很大关系,综合考虑这些因素构建模型,并不断调整控制变量来评测交互效果。

### 4 结束语

本文重点从3方面对网络视角下的应急情报体系“智慧”建设主题进行了论述。这3个主题网络各有各的特点和应用。社会语义网将网络拓扑特征分析同用户语义表达相融合,适用于网络舆情抽取与展示、知识表达与推理等研究;事件链具有3种事件关系,对应3种事件耦合算法,据此可构建基于多种事件关系的分析模型,主要用于多源信息融合、信息预警等;信息流依托线性的一般的信息管理活动的渠道而产生,对其结构特征及其不同实体间信息交互的研究是关注的重点。但同时,由于具有共同的网络元素和体系建设的复杂性,三者在某些应用领域又存在着交叉,这为研究提供了新的分析视角和可相互参照的方法体系。下一步,将针对每一主题展开深入研究。□

#### 参考文献

- [1] 范维澄. 国家突发公共事件应急管理科学问题的思考和建议[J]. 中国科学基金, 2007, 21(2): 71-80.
- [2] 袁宏永, 黄全义, 苏国锋, 等. 应急平台体系关键技术研究理论与实践[M]. 北京: 清华大学出版社, 2012: 183-197.
- [3] 范维澄, 刘奕奕, 翁世国, 等. 公共安全科学导论[M]. 北京: 科学出版社, 2013: 17-48, 28-29.

- [4] 杨乙丹. 群体性事件的链式演化与断链防控治理 [J]. 甘肃社会科学, 2013 (5): 244-248.
- [5] 汪小帆, 李翔, 陈关荣. 网络科学导论 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2012: 37-38.
- [6] 唐小波, 宋承伟. 基于复杂网络的微博舆情分析 [J]. 情报学报, 2012, 31 (11): 1153-1163.
- [7] 兰月新. 突发事件网络衍生舆情监测模型研究 [J]. 现代图书情报技术, 2013 (3): 51-57.
- [8] 裘江南, 刘丽丽, 董磊磊. 基于贝叶斯网络的突发事件链建模方法与应用 [J]. 系统工程学报, 2012, 27 (6): 739-750.
- [9] 张永利, 张建平, 任爱珠, 李丁. 多智能体的多灾种耦合预测模型 [J]. 清华大学学报: 自然科学版, 2011, 51 (2): 198-203.
- [10] 喻国明. 中国社会舆情年度分析报告 (2012) [M]. 北京: 人民日报出版社, 2012: 89-94.
- [11] 董磊磊. 基于贝叶斯网络的突发事件链建模研究 [D]. 大连: 大连理工大学, 2009: 27-34.
- [12] 王其藩. 系统动力学 (2009 年修订版) [M]. 上海: 上海财经大学出版社, 2009: 49-50.
- [13] BERNERS-LEE T, HENDLER J, LASSILA O. The semantic Web [J]. Scientific American, 2001, 284 (5): 34-43.
- [14] 舆情 [EB/OL]. [2014-03-04]. [http://baike.baidu.com/link?url=50Y\\_DvHTOUkBLNrUuvwA5CO9F2wWPDtab3K-dzME\\_QgLGU\\_H9Stkl7wBAUJhKXwTo](http://baike.baidu.com/link?url=50Y_DvHTOUkBLNrUuvwA5CO9F2wWPDtab3K-dzME_QgLGU_H9Stkl7wBAUJhKXwTo).
- [15] 翟丹妮, 黄卫东. 基于语义网的应急案例知识表示研究 [J]. 情报杂志, 2011, 30 (8): 120-123.
- [16] 郭增建, 秦保燕. 灾害物理学简论 [J]. 灾害学, 1987, 2 (2): 26-33.
- [17] 裘江南, 师花艳, 叶鑫, 王延章. 基于事件的定性知识表示模型研究 [J]. 系统工程, 2009, 27 (10): 1-8.
- [18] 王建伟, 荣莉莉. 突发事件的连锁反应网络模型研究 [J]. 计算机应用研究, 2008, 25 (11): 3288-3291.
- [19] 夏立新, 程秀峰, 叶光辉. 基于词词关联矩阵改进的模糊检索研究 (二) ——叙词表控制下词间关联度的改进算法 [J]. 情报学报, 2013, 32 (3): 270-280.
- [20] 齐丽云, 汪克夷, 张芳芳, 等. 企业内部知识传播的系统动力学模型研究 [J]. 管理科学, 2008, 21 (6): 9-20.
- [21] 夏训嘉, 廖馨. 应急供应链信息流管理问题研究 [J]. 生产力研究, 2010 (12): 126-127, 145.
- [22] COMFORT L K, KO K, ZAGORECKI A. Coordination in rapidly evolving disaster response systems the role of information [J]. American Behavioral Scientist, 2004, 48 (3): 295-313.
- [23] REIJERS H A, JANSEN-VULLERS M H, et al. Workflow management systems + swarm intelligence = dynamic task assignment for emergency management applications [M] // ALONSO G, DADAM P, ROSEMAN M. Business Process Management. Berlin Heidelberg: Springer, 2007: 125-140.
- [24] LEE W B, WANG Y, WANG W M, et al. An unstructured information management system (UIMS) for emergency management [J]. Expert Systems with Applications, 2012, 39 (17): 12743-12758.
- 作者简介: 李纲, 男, 1966 年生, 博士, 教授, 博士生导师。研究方向: 情报学, 竞争情报。  
叶光辉, 男, 1986 年生, 博士生。研究方向: 信息检索与文本挖掘。通讯作者。
- 收稿日期: 2014-04-20

(上接第 59 页)

研究表明, 知识创新扩散与竞争系数、扩散速度密切相关, 揭示了各种扩散机理, 由此提出通过建立用户参与创新机制、多源扩散机制等, 有助于加深知识创新扩散企业对知识扩散规律的认识, 推动知识创新的快速扩散。需要指出的是, 如何结合具体的知识创新扩散实践 (如各个领域知识服务等), 通过调整初始状态、扩散速度、竞争系数等参数开展实证研究将是后续工作。□

#### 参考文献

- [1] NONAKA I. The knowledge-creating company [J]. Harvard Business Review, 1991, 69 (9): 95-104.
- [2] 晏双生. 知识创造与知识创新的含义及其关系论 [J]. 科学学研究, 2010, 28 (8): 1148-1152.
- [3] 万青, 陈万明. 知识扩散与知识共享的含义及其关系研究 [J]. 图书情报工作, 2011, 55 (12): 92-95.
- [4] DOLAN R J, JEULAND A P. Experience curves and dynamic demand models: implications for optimal pricing strategies [J]. Journal of Marketing, 1981, 45: 52-73.
- [5] BASS F M. A new product growth model for consumer durable [J]. Management Science, 1969, 15 (5): 215-227.
- [6] BARDIA K. Innovation diffusion uncertainty, advertising and pricing policies [J]. European Journal of Operational Research, 2005 (3): 829-850.
- [7] 胡知能, 邓欢, 张弛, 等. 基于 Norton-Bass 模型的多代创新产品扩散研究 [J]. 管理工程学报, 2012, 26 (4): 127-136.
- [8] KIM J, LEE D-J, AHN J. A dynamic competition analysis on the Korean mobile phone market using competitive diffusion model [J]. Computers and Industrial Engineering, 2006, 51 (1): 174-182.
- [9] 龙跃, 易树平. 两阶段决策下物流任务联盟协同管理优化 [J]. 计算机集成制造系统, 2010, 16 (4): 801-808.
- [10] 龙跃, 易树平. 制造服务导入下同质汽配供应商合作效应分析 [J]. 科研管理, 2010, 31 (4): 102-110.
- [11] 王砚羽, 谢伟. 电子商务模式模仿者与 innovator 竞争动态研究——当当网和亚马逊中国竞争演变分析 [J]. 科学与科学技术管理, 2013, 34 (6): 44-51.
- [12] 龙跃, 易树平. 基于成本信息选择性共享的资源联盟分析 [J]. 计算机集成制造系统, 2009, 15 (7): 1364-1373.
- 作者简介: 龙跃, 男, 1979 年生, 博士, 副教授。
- 收稿日期: 2014-01-06