

# A Discussion on Internet of Intelligences to Realize Decentralization of Collecting Information for Risk Assessment

Wu Su<sup>1,2</sup>, Chongfu Huang<sup>1,2,3,\*</sup>

<sup>1</sup>Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster, Ministry of Education of China, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

<sup>2</sup>State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology (Beijing Normal University), Beijing 100875, China

<sup>3</sup>Academy of Disaster Reduction and Emergency Management, Ministry of Civil Affairs & Ministry of Education, the Peoples' Republic of China, Beijing 100875, China

## 用互联网实现风险评估中信息收集去中心化的探讨

苏旻<sup>1,2</sup>, 黄崇福<sup>1,2,3,\*</sup>

<sup>1</sup>北京师范大学环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875, 中国

<sup>2</sup>地表过程与资源生态国家重点实验室(北京师范大学), 北京 100875, 中国

<sup>3</sup>民政部/教育部减灾与应急管理研究院, 北京 100875, 中国

### Abstract

The Internet has changed the traditional information dissemination way. Decentralization provides a convenient and efficient way for ordinary people to publish information, sources of information has been widened, touches all aspects of society. In a sense, risk assessment is to collect and process information. If realize the decentralization of risk information collection, the enthusiasm of stakeholders can be mobilized, More risk related information can be obtained. At the same time, when risk assessment is based on information from the decentralized network, we will face the problem how to deal with the diversity and fragmentation information, heterogeneous demand, how to apply the classical risk model and expertise and other problems. This paper select Internet of Intelligences (IOI) to solve these problems, combining

with the existing theory and practice of Internet of Intelligences (IOI), discussing from the aspect of theory. Through Requester participate in information processing, information extract by oneself, Information diffusion method assess risk and give advice based on importance ranking of measures achieve the decentralization of collect information.

**Keywords**—decentralization; risk assessment; internet of intelligences;

### 摘要

互联网改变了传统信息传播方式。去中心化使得大众有机会发布信息, 互联网上产生了海量碎片信息, 为描绘事情提供了多个侧面。从某种意义上讲, 风险评估是收集与处理信息的工作, 实现风险信息收集去中心化有利于调动风险事件利益相关者的积极性, 获取更多风险相关信息。同时, 将主动权交给利用相关者将带来多元化碎片化信息处理、异质需求与经典风险模型与专业知识应用等问题。本文选择互联网来解决这些问题, 结合互联网已有理论与实践, 从理论方面进行探讨。提出通过需求者参与信息处理、信息自我

**基金项目:** 国家自然科学基金项目 (编号: 41471424); 国家重大科学研究计划“全球变化与环境风险演变过程与综合评估模型” (编号: 2012CB955402)。

**\*通讯作者:** hchongfu@bnu.edu.cn

提取、信息扩散方法评估风险问题以及措施重要性排序给出建议实现风险信息去中心化收集。

**关键词：**去中心化；风险评估；物联网

## 1. 引言

起始于上世纪 90 年代初，以 TCP/IP 传输协议为基础的互联网，正在深刻地改变着人们的生活方式。截至 2015 年 12 月，中国网民规模达 6.88 亿，互联网普及率达到 50.3%，半数中国人已接入互联网<sup>[1]</sup>。李克强总理在 2015 年政府工作报告上提出了制定“互联网+”行动计划，推动移动互联网、云计算、大数据、物联网等与现代制造业结合，促进电子商务、工业互联网和互联网金融健康发展，引导互联网企业拓展国际市场<sup>[2]</sup>。旨在利用信息通信技术，把互联网和包括传统行业在内的各行各业结合起来，在新的领域创造一种新的生态。如新媒体的迅速发展，使传统发布与接受信息的方式已被颠覆。

在风险分析领域，倘若能实现互联网+风险分析，利用互联网上的海量数据，实现动态评估，将极大的促进风险分析的发展。特别是对于海洋环境资料极度匮乏，充满缺乏先验知识的新兴风险，很难用陆地上的监测技术与人海战术得到充分的资料的海洋环境风险<sup>[3]</sup>，如果能够将在互联网上多样信息筛选应用，可以弥补海洋环境风险信息量的不足。然而对于互联网，不能仅仅看到表面的信息爆炸，更应找到信息爆炸的源头，掌握其内在逻辑，深入了解互联网信息传播的方式。

早在 2011 年黄崇福教授提出了物联网的概念<sup>[4]</sup>，以其柔性感知、智联万千、实时动态、虚拟现实对应传统风险分析假设规律、数据不足、风险变化、难保可靠的困惑<sup>[5]</sup>。人机交互，突破了传统概率统计方法，对于互联网运用于风险分析领域进行了探索，并取得了丰硕的成果。目前应用物联网进行灾害风险评估的研究已经在台风灾害<sup>[6]</sup>、城市内涝<sup>[7]</sup>、地震群测群防<sup>[8]</sup>等多领域开展了。物联网驱动的在线风险雷达进入社区，为社区的灾害风险管理提供风险监测展示平台<sup>[9]</sup>。

本文将分析互联网信息传播方式，并在已有物联网理论实践基础上，从理论探讨应用物联网实现风险信息去中心化收集的可能性，以期在风险分析中充分调动利益相关者的积极性，获得更全面的数据。

## 2. 互联网信息传播方式探讨

如今，网络已经成了许多人生活中不可或缺的一部分，打开电脑看新闻，拿起手机刷微博，刷朋友圈

已经成为人们的日常，更是获取新闻的一个重要途径。获取新闻的方式从传统的报纸、电视的被动接受，到通过谷歌、百度主动搜索，再到通过微博与微信进行传递，大众不仅仅是信息接受者，同时也是信息发布者。同时，人们可以自主选择信息接受与否，比如在微博上可以关注一个人，接受他发布的消息，也可以取消关注。故而，尽管网络上的信息纷繁复杂，人们却能比以前更及时、更准确地找到自己想要的信息。

上述过程中普通人不仅获得信息，同时也可以发布信息。过去，信息的社会化传播以及“话语权”一直是部分人享有的“专利”<sup>[10]</sup>。受众的能动性至多不过表现为选择或者不选择某个传媒，接受或者不接受某项传播内容或形式<sup>[10]</sup>。而今天，传统意义上的“受众”通过新媒体参与到新闻产制价值链的上游，新闻生产不再是少数媒体编辑和记者的专利<sup>[10]</sup>。在传播领域，普通人参与新闻发布，原有传统媒体权威消解的过程，称为“去中心化”的过程。

互联网技术本质上是以个人为中心的传播技术，具有天然的反中心取向<sup>[11]</sup>。去中心化传播使得新时代知识的性质发生了很大变化，这最突出地表现在知识的海量化，并且当传媒拥有去中心化特性后，传媒渠道由 I 对 N 向 N 对 N 转变<sup>[12]</sup>。网民提供了大量的零碎的信息，而且不同的网民因为家庭环境、教育背景、社会经历的不同，对同一件事物的看法不同，不同领域不同层次的网民的参与，触及社会的更多方面。网民在不同层面上关于某一个事物的认识，常常比专业媒体的单一视角、单一层面的报道，更能反映事物的复杂性。在某种意义上，碎片化的信息，是对大众媒体垄断带来的信息不平衡状态的一种补充<sup>[13-14]</sup>。在传统的中心消解之后，由于信息发布者数量大大增加，信息传播的速度更快了。对于某些热点事件，微博等媒体极大的满足新闻地时效性。微博的碎片化信息传播改变了传统媒体定向传播、信息同质、渠道单一、反馈滞后的传播状况，实现了信息传播的便捷化、个人化、多元化<sup>[15]</sup>。实际上，对去中心化进程的一个回应是分享。分享是去中心化进程的动词表达，可以分享数据、进程、影响力、信息，去中心化的结果即是分享行为的增加<sup>[16]</sup>。

互联网通过降低信息发布的门槛，让更多的人参与新闻事件的制作，促进了现在信息的繁荣。然而，降低门槛却没有从整体上带来质量的下降，就每个网友发布的特定一条信息而言，信息的完整程度，客观程度，看问题的深度，必然是比不过传统媒体的，每一条信息的质量有所下降，但互联网信息的量，能

有效弥补单条信息质的不足。特别地，对于社会中复杂的事件，由于不同网友的不同角度，网友异质的碎片信息拼起来，常常比传统媒体单一层面更接近事件的本来面目。

同时原来信息被动接受者也会不仅仅满足于参与信息提供，也会对信息提出更高的要求，表现在网友还有选择性接受自己感兴趣的信息的权利。譬如对于某一个明星的粉丝，原有的报纸，电视频道能否得到明星的最新动态并不由粉丝决定，粉丝也不能选择出现在报纸与电视报道中的明星，只能追踪少量的新闻。而在互联网普及后，通过一些论坛等，粉丝对于明星的动态可以时时关注，可以自主选择关注的明星，粉丝间的交流提高了信息传播的速度，甚至某些时候成为传统媒体信息的来源，人们异质的需求，在微博与微信上催生了数量众多，观点相异的大V与公众号，导致Quora，百度知道，知乎等问答式网站的高人气。

互联网为人们不同的需求提供了一个发布、交流信息的途径，新闻的发布与新闻的接受均呈现异质化、多样化的特点，促成了现今信息传播的繁荣。从某种意义上讲，风险评估的工作，就是收集和处理信息的工作，灾害风险评估工作涉及到多方面的关切，倘若能利用去中心化的方式，激发相关人员参与的热情，对于缺乏数据的灾害风险评估，无疑是大有裨益。

3. 去中心化在风险评估中应用模式

风险是与某种不利事件有关的未来情景<sup>[17]</sup>。对于未来的灾害情景，普通人、专家都有独到的见解。普通人生活在地震高发区，只能听天由命，但对惨烈的震后死伤情景终生不忘；专注地震高发区研究的专家，能提出建筑物抗震设防建议，但落实程度如何，难以考虑。相较于专家，普通人看问题的角度可能并不全面，但如果能搜集到触及风险问题的多个方面信息，对得出可靠的风险评估将具有重大意义。

利用互联网来解决风险评估中的难题，不仅仅是从互联网上搜集数据，查找资料，况且互联网上信息量巨大，不采用得当的方法，也很难搜集到风险评估所需的有效数据。更为重要的是，要适应互联网的逻辑，符合互联网信息传播的方式，要尽可能地发挥利益相关者的作用。

对于风险评估工作，现有研究中也常常用问卷调查让相关人员提供信息，再进行分析。参与调查的群众可以在问卷的范围内对风险问题发表自己的看法，但自由度有限，而受制于线下问卷调查的时间、人力等成本，提供的有效信息也有限。目前风险信息

主要还是依靠研究者或是依据研究者制定的规则，调查问卷也是由研究者提前设计好，经验者被动的接受调查。如图1所示，通过互联网信息传播模式，将提供信息的主动权交给掌握经验信息的人，变被动为主动，无疑能丰富风险管理相关信息的来源。这样不仅使信息的量增大，还可获得不同人群对同一风险问题的不同看法，拓宽了有效信息的领域，有利于全面认识风险。目前，人们对这方面已经进行了探索，例如鼓励大众参与寻找安全隐患的活动，相信随着风险研究的深入，人们风险意识的提高，这样的信息收集方式会越来越常见。互联网的便捷，随时发布，及时反馈加上信息量的爆炸，可以使得风险评估的效率大大提高，对于日常生活的风险，实现动态分析成为可能。

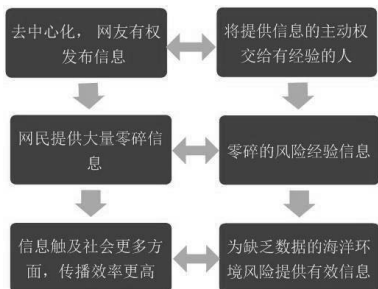


图 1. 互联网信息传播模式用于风险信息收集

4. 去中心化信息收集模式面对的难题

风险评估也涉及到信息收集，与网络上普通信息传播有相似之处，但风险评估终究不是简单的信息发布与获取。对于互联网上的新闻信息来说，信息的发布与获取是重点，后续对于信息处理较简单。不同于网上信息传播简单的匹配模式，风险评估对于信息处理是重点，对于信息的内容要求更高，且一般的信息处理涉及大量的计算与复杂的模型，这也为利用互联网思维进行风险评估带来了难题。

4.1. 多元化碎片化信息处理

将提供信息的主动权讲给掌握经验信息的人无疑会丰富信息的来源，也会导致信息的异质化、碎片化。可以想象，不同家庭环境、教育背景、社会经历的人对于同一件风险事件给出的经验信息未必相同。风险评估不是仅仅的收集信息，更重要的在于评估出可靠的结果。将主动权交由经验信息者，风险评估的可用信息增加了，但使用这些信息的难度也增大了。现有的风险相关信息的收集往往参与的人有限，提供

信息也是按照一定规律,当互联网增加了参与人数,打破了这些规则,会出现一些虚假,不可靠,不相关的信息,如何有效的筛选与风险相关的信息,将异质的、碎片化的信息筛选、整合,并优化就变成了关键。

#### 4.2. 互联网带来异质需求

随着互联网的发展,人们拓宽了获得信息的渠道,催生了各式各样的个性化服务。例如,在气象领域,美国等国家除了基础公共气象服务产品外,还存在私营气象公司提供更专业、精细的天气预报产品<sup>[18]</sup>。国内的气象个性化服务也在逐步发展。2011年7月初,深圳气象陆续推出了智能手机客户端“深圳气象”,该客户端软件能根据市民所处的位置提供附近的基本气象信息<sup>[19]</sup>。

显然,一旦利用互联网来进行风险评估,我们除了得到不同背景的人提供的信息,同时也要面对他们关心的形形色色的风险问题,譬如,保险公司关注沿海水产养殖台风灾害风险;环境部门关注海洋开发带来海洋环境破坏的风险;而普通人可能关心他在某个时期从青岛坐船到上海遇到海洋灾害的风险。评估这些风险,需要考虑个体的特性。然而,当前风险研究多是基于大量统计数据的概率分析或损失期望值,数据统计时为了更大的样本容量将相当一部分存在差异的个体视为同质个体,将这些个体的风险视为同质风险,并非从个体不同资质出发,很难满足互联网上可能产生的多样风险问题。

#### 4.3. 经典风险模型与专业知识的应用

不同于互联网上的一般信息,风险评估的信息专业性非常强,涉及到专业知识以及复杂的数学运算,一些专业的数据的处理涉及到专有的数学运算方法,例如海洋环境风险就涉及许多海洋模式。实现专业化的评估需要将这些常规信息与去中心化思想的信息一同用于风险评估。常规信息的展示,经典的风险评估模型如何应用,经验信息多以文字形式表达,如何进行信息量化处理并选用合适的模型进行运算,也是去中心化信息收集模式进行风险分析时需要探讨的地方。

上述问题涉及到将互联网信息传播方式引入风险评估是否可行,需要妥善解决,否则去中心化应用到风险评估依然只是设想。对于这些问题,传统的手段作用有限,还是需要回到互联网,发挥人的智慧,故本文选用可以充分发挥人的智慧的智联网来解决这些问题。

### 5. 智联网实现风险信息收集去中心化探讨

#### 5.1. 智联网介绍

形式化的定义为设  $A$  是一个智能体集合,  $N$  是  $A$  使用的一个网络,  $M$  是处理  $A$  所提供信息的模型,三元体  $\langle A, N, M \rangle$  称为一个智联网,记为  $\Phi$ <sup>[4]</sup>。其中智能体是指:具有观察、演绎、推理和解决问题能力的个体。智能体能为他人解决问题提供所见所闻、经验、知识和判断。一个最简单的智联网见图4。智联网的核心技术在于网络信息处理模型  $M$ ,它是实现正向智联网的关键。正向智联网即智联网的智力水平  $Q$ ,大于智能体集合  $A$  中智力水平最高的智能体的智力水平  $q$ <sup>[4]</sup>。智联网的答案是由信息、判断、推理和修正等组成的多个“图层”构成。当“图层”不止一层,相应的智联网被称为复式智联网。其定义为设  $\Phi = \langle A, N, M \rangle$  是一个智联网。如果  $\Phi$  的层数多于1,称  $\Phi$  为一个复式智联网<sup>[20]</sup>。 $\Phi$  的一个层是指  $\Phi$  中处理同态信息的一个过程。其中“同态信息”指该信息来自同样的途径。最简单的复式智联网是智联网从智能体处分别获得所见所闻、经验、知识和个人判断等各种信息,还要求智能体分别总结他人信息(总结层),智联网再用数学模型(单个数学模型层)处理这些智能体分别得出的总结,形成综合答案<sup>[21]</sup>。

对于上文提到的去中心化在风险评估应用的几个难题,智联网现有理论与实践已经为问题解决提供了思路。智联网可以利用人脑强大的逻辑分析能力,根据对风险问题的了解和个体的知识、经验、智慧,从零散的个体风险认知的柔性信息中定位、提取出有效部分并判断信息的有效程度,实现对柔性信息的智能化柔性提取<sup>[6]</sup>,智联网拼图模式通过某种方式对大量智能体反馈的经验信息优化整合,并逐渐形成完备经验<sup>[22]</sup>,而复式智联网中智能体不仅仅参与信息提供,也参与信息处理的结构,对于处理多元化碎片化的信息提供了有效途径。同时,基于需求的风险沟通以及需求定制模块<sup>[6]</sup>为异质需求评估打下了基础。目前,智联网已经实现了对文本信息的量化处理<sup>[6]</sup>,信息处理模型  $M$  包括数学模型,既可以是仅是传统风险评估模型,也可以是传统模型与人机交互处理形式结合。

#### 5.2. 智联网实现信息收集去中心化的关键方法

对于智联网平台如何解决去中心化思想在风险评估应用的几个难题,本文进行了理论设计。针对上述三个难题,智联网平台通过需求者参与信息处理确保需求关切贯穿风险评估,应对异质需求。采用经典的风险模型-信息扩散方法进行风险计算。通过信息

自我提取对多元化碎片化信息进行初步处理,而风险评估总结问题与措施重要性排序保证对碎片化信息处理的结果相对可靠。

**需求者参与信息处理**,在现实生活中人们对风险的关注远大于现有风险分析的研究范围,大到中国未来发生地震的风险,小到出门遇到暴雨的风险,都有大量的关注者,如果将发布信息、发布问题的权利交给风险问题关切者,智联网平台需要能够解决个性化的风险问题。需求者参与信息处理过程,不仅能使需求者的关切贯穿整个需求过程,同时也可以对碎片化的经验信息进行筛选,保留需求者关注的方向,筛除部分不相关的信息。智联网通过需求者参与信息处理过程来实现基于异质需求的个性化评估。

**信息自我提取**,柔性感知是智联网的一大特色,在智联网平台上,智能体的经验信息是零散的,每个人的关注点并不相同,且叙述中可能夹杂着大量与风险问题并不相关的信息,需要从中筛选出可用于风险评估的有效信息。针对智能体提供的碎片化异质信息,采用信息自我提取的方式对经验信息进行柔性感知,对于一条经验信息,提供信息的智能体是最明白这条信息所要表达的重点,关注的方面。智能体对自己的信息进行总结提取,筛选出其中最重要的部分,将大段的文本信息简化,这样冗长的经验信息变为几条简洁的关键点,能简明的看出每个智能体关注的方面,也便于后期信息的量化处理。

**信息扩散方法评估风险问题**,进行风险分析离不开模型与计算,智联网通过上述需求定制,信息自我提取等可以搜集风险评估相关信息,最后需要对信息进行量化处理,利用模型计算。风险评估类总结问题的设置就包含信息量化的结果,评估模型选取了处理小样本问题的正态信息扩散模型。无论智联网收集到多少信息都是关于风险的无限集总体的有限样本,是不完备信息。信息扩散技术可以有效利用不完备信息中的模糊信息,评估结果相对可靠。

令  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n\}$  为区间  $[0, 1]$  的随机样本。

使用正态扩散函数将  $x_i$  变为模糊集,

$$\mu_{x_i}(u) = \exp\left(-\frac{(x_i - u)^2}{2h^2}\right), \quad u \in [0, 1] \quad (1)$$

$$f(u) = \sum_{i=1}^n \mu_{x_i}(u), \quad u \in [0, 1]. \quad (2)$$

$$f(u_0) = \sup_{u \in [0, 1]} f(u) \quad (3)$$

$$\text{diffusing}(x_1, x_2, \dots, x_n) = u_0 \quad (4)$$

**措施重要性排序给出建议**,风险管理不仅仅是风险分析,还包括面对可能发生的不利事件所能采取的应对措施,特别是在智联网扩大了风险分析范畴,不仅仅是研究者,普通人也能参与。相较于未来不利事件发生情景,普通人可能更关心能采取什么措施应对。显然,给出可靠的应对措施也是智联网平台需要实现的功能。在智能体的经验信息中也必然包含着应对措施,经过信息提取得到需求者关切方面后,在评估阶段对措施重要性进行排序,设置不同顺序的权重,再经过计算,得出可靠的措施重要性。

6. 结论与展望

本文分析了互联网信息传播的方式以及按照互联网信息传播方式进行风险评估的优势与难题。互联网之所以有海量的信息,不仅仅是因为网络提高了信息传播的速度,更重要的是因为随着信息传播硬件条件改变的还有信息传播的方式,普通网民有了发布信息的权利,拓宽了信息来源。观点各异的网友提供了多样的信息碎片,大大丰富了对同一事件的认识。现在风险评估尽管也有经验信息者的参与,但权限有限,信息的收集还是以研究者为主。利用互联网将提供信息的主动权交给掌握经验信息的人,无疑拓宽了信息来源渠道,可以搜集到更多风险相关信息,有利于全面的看待风险问题。

然而互联网信息传播方式带来的碎片化多样化信息的处理,异质需求的评估,专业的知识以及传统模型的应用,均是难题。对此本文选用智联网来解决这些问题,在理论上通过需求者二次参与、信息自我提取、信息扩散模型评估小样本问题、措施重要性排序给出建议等方法保证了风险评估不偏离需求者关切,对碎片化信息进行筛选、整合,利用经典模型计算,最终得出较为可靠的风险评估结果。

参考文献

[1] 中国互联网络发展状况统计报告. 2015. <http://202.112.81.10/files/6033000000461503/www.cnnic.net.cn/hlwzfzyj/hlwxyzbg/hlwztjbg/201507/P020150723549500667087.pdf>  
[2] 2015 年政府工作报告. [http://www.most.gov.cn/ztzl/lhzt/lhzt2015/lhyw/lhzt2015/201503/t20150309\\_118447.htm](http://www.most.gov.cn/ztzl/lhzt/lhzt2015/lhyw/lhzt2015/201503/t20150309_118447.htm)

- [3] 苏妩, 黄崇福, 曾凡雷. 基于物联网的海洋环境风险评估互联网平台初探. 海洋系统风险分析和管理的新视角, 黄崇福, 王春乙, 张韧编, 巴黎: Atlantis 出版社, pp.14-20, 2014.
- [4] C.F. Huang. Internet of intelligences in risk analysis for online services. *Journal of Risk Analysis and Crisis Response*, 2011, 1(2): 110-117.
- [5] 黄崇福. 用物联网缓解风险分析中的 4 个问题. 自然灾害学报, 2014, (02): 1-7.
- [6] 艾福利. 自然灾害风险分析物联网服务平台构建与应用研究. 北京: 北京师范大学, 2013.
- [7] 郭君, 艾福利, 蒋卫国, 等. 自然灾害风险分析物联网中的柔性地理信息及其应用. 风险分析和危机反应中的信息技术, 黄崇福, 包玉海, 赵思健编. 巴黎: Atlantis 出版社, pp. 199-205, 2014.
- [8] 王蔚丹, 黄崇福, 曾凡雷. 地震群测群防物联网中双层虚假问题的研究风险分析和危机反应中的信息技术, 黄崇福, 包玉海, 赵思健编. 巴黎: Atlantis 出版社, pp.74-79, 2014.
- [9] 吴彤. 物联网驱动的在线风险雷达在社区应急管理中的应用研究. 北京: 北京师范大学, 2015.
- [10] 喻国明. 解读新媒体的几个关键词. 广告大观 (媒介版), 2006, (05): 12-15.
- [11] 李良荣, 郑雯. 论新传播革命——“新传播革命”研究之二. 现代传播(中国传媒大学学报), 2012, (04): 34-38.
- [12] 罗雪. “去中心化”传播与舆论形成机制. 中国传媒大学第二届全国新闻学与传播学博士生学术研讨会论文集: 2008. 124-128.
- [13] 彭兰. 碎片化社会与碎片化传播断想. 华南理工大学学报(社会科学版), 2012, (06): 109-110.
- [14] 彭兰. 碎片化社会背景下的碎片化传播及其价值实现. 今传媒, 2011, (10): 9-11.
- [15] 向春香, 陶红. 微博的碎片化信息传播对“中心”的消解及其问题探究. 西南农业大学学报(社会科学版), 2011, (05): 80-83.
- [16] 凯文·凯利: 未来趋势是去中心化. 商周刊, 2014, (25): 76-78.
- [17] C.F. Huang, D. Ruan. Fuzzy risks and an updating algorithm with new observations. *Risk Analysis*, 2008, 28(3): 681-694.
- [18] 张海东, 白光弼, 谭晶, 等. 国外商业性气象服务的现状及经营模式研究. 中国气象学会 2007 年年会气象经济论坛分会场论文集: 中国广东广州: 2007. 11-25.
- [19] 刘东华, 张琳琳. 深圳市气象信息服务个性化的设计与展望. 广东气象, 2012, (03): 57-59.
- [20] C.F. Huang. Multiple internet of intelligences for risk analysis. *Journal of Risk Analysis and Crisis Response*, 2014, 4(2): 61-71.
- [21] 黄崇福. 从概率统计进化到物联网的动态风险评估. 风险分析和危机反应中的信息技术, 黄崇福, 包玉海, 赵思健编. 巴黎: Atlantis 出版社, pp. 1-8, 2014.
- [22] 曾凡雷, 蒋卫国, 黄崇福, 等. 物联网经验拼图模式及其在风险评估中的应用. 风险分析和危机反应中的信息技术, 黄崇福, 包玉海, 赵思健编. 巴黎: Atlantis 出版社, pp. 80-85, 2014.