

智慧城市功能风险评估模型构建及应用研究^{*}

江文奇 王晨晨 祁晨晨

(南京理工大学经济管理学院 江苏产业集群决策咨询研究基地 南京 210094)

摘要 [目的/意义]智慧城市具有自我学习、优化运行、预测预警和安全防护等主要功能,通过评估智慧城市功能风险,为有效且积极的应对风险提供理论指导。[方法/过程]按照风险管理理论,通过对智慧城市功能风险分析、指标设计、评估模型设计等,构建评价指标体系,并基于风险概率特征,采用三点法确定风险概率,运用直觉模糊集理论和理想点法进行风险的综合评估,进而提出风险应对策略。[结果/结论]构建了13个智慧城市功能风险评价指标,通过实证研究提出了相关智慧城市的功能风险应对策略。

关键词 智慧城市 功能风险 评估指标 直觉模糊集

中图分类号 C934

文献标识码 A

文章编号 1002-1965(2018)01-0186-05

引用格式 江文奇,王晨晨,祁晨晨.智慧城市功能风险评估模型构建及应用研究[J].情报杂志,2018,37(1):186-190.

DOI 10.3969/j.issn.1002-1965.201706246

Research on Functional Risk Assessment Model of Smart City and Its Application

Jiang Wenqi Wang Chenchen Qi Chenchen

(School of Economics and Management, Nanjing University of Science and Technology,
Jiangsu Province Industrial Cluster Decision Consultation Research Base, Nanjing 210094)

Abstract [Purpose/Significance] Smart city has the main functions of self-learning, optimizing operation, forecasting, warning and security protection. This paper provides theoretical guidance for effective and positive risk response by evaluating the functional risk of smart city. [Method/Process] According to the theory of risk management, the evaluation index system is constructed through the functional risk analysis, index design, evaluation model design and so on. And based on the characteristics of risk probability, the three point method is used to determine the risk probability. The intuitionistic fuzzy set theory and the ideal point method are used to evaluate the risk comprehensively, and then the risk response strategy is put forward. [Result/Conclusion] This paper constructs 13 intelligent city functional risk assessment indicators, and through empirical research, proposes the relevant smart city functional risk coping strategies.

Key words smart city function risk evaluation index intuitionistic fuzzy sets

0 引言

智慧城市是集政治、社会、经济、文化、生态于一体的复杂系统,具有自我学习、优化运行、预测预警、安全防护等功能。通过运用信息化技术感测、分析、整合城市运行核心系统的关键信息,对民生、公共安全、城市

服务、工商活动等需求做出智能响应,从而满足相关需求^[1]。随着智慧城市建设步伐的加快,信息安全技术、扩张速度和快速变化需求都增加了个人信息、隐私保护、信息基础设施等威胁强度,面临着较高的风险。评估智慧城市功能风险并提出针对性的预防对策已成为重要研究课题。

收稿日期:2017-06-16

修回日期:2017-08-14

基金项目:国家自然科学基金“面向复杂大群体的有限服务资源分配协调决策研究”(编号:71271116);国家社会科学基金重大项目“新常态下产业集聚的环境效应与调控政策研究”(编号:15ZDA053);南京理工大学自主科研项目(编号:30916011331);南京理工大学经济管理学院预研基金项目(编号:JGQN1602)资助。

作者简介:江文奇(ORCID:0000-0001-5537-2387),男,1976年生,博士,副教授,研究方向:服务管理;王晨晨(ORCID:0000-0003-0733-8867),男,1992年生,硕士研究生,研究方向:服务管理;祁晨晨(ORCID:0000-0003-0984-3699),女,1992年生,硕士研究生,研究方向:服务管理。

在智慧城市风险分析方面,现有文献分别从不同角度对风险源进行分析。如文献[2]从个人信息安全角度,详细分析了个人信息的产生、传播、存储、使用阶段的潜在风险;文献[3-6]从智慧城市信息安全角度,分析了智慧城市推进过程中所面临的风险点;文献[7]从生态本底、物质资源、经济运行、社会组织四个层次角度来剖析智慧城市安全预警风险来源;文献[8]针对智慧城市网络风险角度,对网络安全管理制度、数据泄露与损坏威胁、安全意识薄弱性和设备安全漏洞分析风险源。

在智慧城市风险指标体系研究方面:文献[9]针对网络数据安全方面,从数据误用、数据丢失、应用程序错误、管理制度的缺失等方面构建指标体系;文献[10]从各个平台角度出发,对应用服务平台、数据服务平台、基础设施平台方面构建评估体系并进行定性评估。文献[11,12]对信息安全风险进行剖析,构建了智慧基础设施安全风险、数据服务安全风险、信息内容安全风险、信息管理安全风险、公共素养安全风险指标并进行了分解,运用决策树的方法进行综合评估。文献主要针对智慧城市的网络信息、基础设施,以及信息风险三个方面来进行风险评估指标的构建。

上述文献从不同的角度对智慧城市风险来源、评估指标和方法进行了深入的研究,然而很少有文献围绕智慧城市的功能实现而开展风险识别、评估和应对策略研究。为此,本文将重点针对智慧城市的主要功能,分析其实现过程中可能存在的风险点,进而构建相应的风险评价指标体系和评价模型。

1 智慧城市功能风险分析

智慧城市主要通过信息技术使得人与人、物与物、人与物之间实现全面互联互通,汇聚市民的智慧实现智能服务,因此需要整合智慧城市系统中的各项关键信息,实现数据层到系统构架再到服务应用,达到更好的管理与协作。由于智慧城市依靠互联网技术实施传输和服务,按照风险管理的思路,首先需要识别智慧城市的主要功能实现过程中存在的风险点,确定风险评价指标,再确定各个指标的风险概率并进行综合评价,从而提出应对策略。

1.1 自我学习方面的风险分析 智慧城市的自我学习与市民的智慧学习相互作用,市民学习如何使用智慧化城市设施,城市学习如何智慧地服务市民,使得城市基础设施与市民更加融洽相处。通过城市系统的自我学习和市民的智慧学习环境体验,实现城市规划设计与市民需求的相互契合。如果智慧城市的自我学习功能受到干扰或者破坏,则会影响学习效果。智慧城市自我学习功能风险来源于学习主体(市民、企业

和城市决策者)和学习过程,风险主要体现在:

a. 市民学习风险 c_1 : 主要指市民自身知识缺陷,在学习智慧化设施过程中由于误操作或者不会操作而产生的风险,如由市民不熟悉以交通诱导、应急指挥、智能出行、出租车和公交车等系统为重点的城市交通综合管理和服务系统,不能充分共享交通信息而产生的风险。

b. 城市学习风险 c_2 : 主要是智慧城市在连接相关学习主体需求如水、电、交通、公共服务的过程中,在监测、分析和整合各种数据做出的智能化相应不恰当,导致投入不当而无法较好地开展服务而产生的风险。

1.2 优化运行方面的风险分析 智慧城市运行主要是通过资源整合和服务融合的理念,立足城市运行监测、管理、处置和决策四大领域,展示城市综合体征、民生民情,提升城市运行水平和突发事件处置效率。通常,智慧城市的运行主要内容是基础设施、城市交通、公共安全、生态环境、宏观经济、民生民情等方面。为此,可以将运行管理中心的整体结构划分为综合展现系统、综合应急指挥系统、综合运行业务联动系统、城市综合运行体征检测系统等。优化运行的风险主要体现在:

a. 门户展示系统或信息发布系统产生的风险 c_3 : 主要指智慧城市发布相关信息不及时或者失真所造成的风险。

b. 应急智慧系统失灵风险 c_4 : 借助于智慧化设施可以更加及时和快捷地解决一些突发事件,因此该风险主要指应急系统失灵而产生损失的风险。

c. 城市综合运行业务跨部门业务流程衔接风险 c_5 : 城市的运行涉及到基础设施、城市交通、公共安全、生态环境、宏观经济、民生民情等方面,需要不同部门相互协作,由于协作不畅导致的城市无法高效运转的风险。

d. 城市运行体征指标监控风险 c_6 : 智慧城市通过监控各类运行指标为政府决策提供支持并提高市民办事效率,该风险主要是无法及时获得相关信息,导致监控失真或者无法满足及时性等要求而产生的风险。

1.3 预测预警方面的风险分析 智慧城市的预测预警主要通过收集城市交通、公共安全、生态环境、网络舆情等方面的信息,进行早期研究和分析,进行必要的预测预警等,为城市的有效运转和减少各种意外损失奠定基础。

交通预测预警风险 c_7 : 交通预测预警主要是通过通过对交通流量监测,了解城市交通动态,并进行交通预警或者涉及城市交通安全的预测,因此,其风险指智慧城市系统做出不恰当的交通预测或者预警,产生城市交通堵塞等问题的风险。

城市公共安全预测预警风险 c_8 : 城市公共安全与每个市民密切相关, 迫切需要对自然灾害如异常天气、危险点监测和火情、安全生产、公共卫生如突发疾病、治安事件等进行监控和预测预警, 因此风险主要指智慧城市对于异常天气、公共卫生等公共安全事件预测预警失败而产生重大事件的风险。

生态环境预测预警风险 c_9 : 生态环境是近年来政府和市民非常关心的领域, 如城市的环境质量、噪音污染、气象变化等。风险主要是由于对环境信息收集的不及时或者不完整而导致的预测预警失误而产生的风险。

网络舆情预测预警风险 c_{10} : 网络舆情主要是城市重大网络舆情信息监测及沟通等。风险指对于重大网络舆情监控不力而导致的预测预警失误而产生的风险。

1.4 安全防护方面的风险分析 智慧城市的安全防护是避免城市受到攻击并产生伤害, 确保城市处于没有危险或不受侵害的安全状态。安全防护主要体现在系统支撑平台、业务支撑平台和应用平台三个方面。

系统支撑平台安全防护风险 c_{11} : 系统支撑平台主要是主机、存储器、网络、操作系统和相关中间件, 风险主要是网络中不具备识别和阻止攻击的防御能力, 如对非授权用户提供授权领域的访问资源、网络信息泄密、非法网络的连接风险。

业务支撑平台安全防护风险 c_{12} : 业务支撑平台主要是视频云、地理空间云、城市基础数据库等, 其主要的风险点是相关数据的备份与恢复失败、数据库被入侵、存储设备失灵等风险。

应用平台安全防护风险 c_{13} : 应用平台主要指基础设施平台、平安城市平台、交通运输平台、环境监测平台、数字旅游平台、公共卫生平台、自然灾害平台、安全生产平台、城市规划平台及其他等, 其风险点主要是身份认证失误或失败、病毒入侵等形成的风险。

上述功能风险评价指标体系可以描述为图 1。

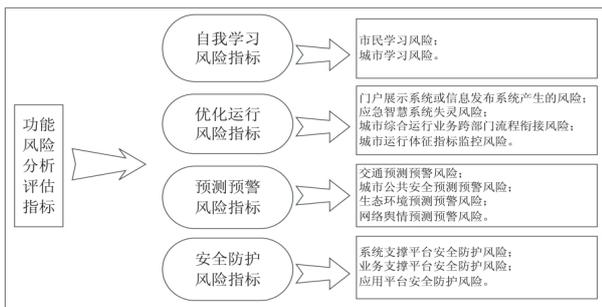


图 1 功能风险指标构建图

2 智慧城市功能风险度量及评估

风险主要以发生的概率加以表征。现有的风险评

估方法主要有数据类评估如基于统计分析、证据理论、可信性理论; 系统工程类评估如基于事变树模型或决策分析; 智能技术类评估如基于 GIS 技术、蒙特卡罗模拟等。尽管不同类型的风险评估方法设计视角不同, 但是风险概率的预测仍然是评估过程中的一个突出难点问题。

为了更加有效体现模糊环境下风险概率判断的具体特征, 本文拟采用三个值来表征其判断结果, 主要是确定发生的概率 $u(x_{ij})$ 、确定不发生的概率 $v(x_{ij})$ 和无法判定的概率 $\pi(x_{ij})$, 三者之和为 1。由于这三个值与直觉模糊数的隶属度、非隶属度和犹豫度类似, 因此可以可化为一个直觉模糊数, 进而采用直觉模糊集理论进行评估。

令智慧城市集合为方案集 $a_i, i \in (1, \dots, m)$, 功能风险评价指标为 $c_j, j \in (1, \dots, n)$, 智慧城市 a_i 在指标 c_j 下的风险概率为 $\tilde{x}_{ij} = (u(x_{ij}), v(x_{ij}))$, 形成风险评估矩阵 $\tilde{X} = [\tilde{x}_{ij}]_{m \times n}$ 。风险评估步骤可以描述如下:

a. 专家针对各个风险评价指标的具体涵义, 对各个智慧城市的风险概率进行评估, 形成风险评估矩阵 $\tilde{X} = [\tilde{x}_{ij}]_{m \times n}$ 。

b. 在评价过程中需要对直觉模糊数进行技术处理, 本文通过直觉模糊数的记分函数 $s_{ij} = \frac{u(x_{ij}) - v(x_{ij})}{\pi(x_{ij}) + 1}$ 将其转化为明确的数字, 进行规范化处理, 形成记分函数矩阵, 即 $\bar{s} = [s_{ij}]_{m \times n}$ 。

c. 由于各个准则权重未知, 本文采用客观赋权法的直觉模糊熵法^[13]求解权重, 利用规范化处理后的数

据进行计算, 令 $y_{ij} = \frac{s_{ij}}{\sum_{i=1}^m s_{ij}} \Rightarrow E_{ij} = -$

$\frac{1}{\ln(m)} \sum_{i=1}^m y_{ij} \ln(y_{ij}) \Rightarrow d_j = 1 - E_{ij}$ 。则权重为:

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}, j = 1, 2, \dots, n$$

d. 构建赋权的评估矩阵 $S = [w_j \bar{s}_{ij}]_{m \times n}$ 。

e. 求取赋权的评价矩阵的正理想点 R^+ 和负理想点 R^- 。

$$R^+ = \{ \min_{1 \leq i \leq m} w_1 \bar{s}_{i1}, \min_{1 \leq i \leq m} w_2 \bar{s}_{i2}, \dots, \min_{1 \leq i \leq m} w_n \bar{s}_{in} \}, R^- = \{ \max_{1 \leq i \leq m} w_1 \bar{s}_{i1}, \max_{1 \leq i \leq m} w_2 \bar{s}_{i2}, \dots, \max_{1 \leq i \leq m} w_n \bar{s}_{in} \}$$

f. 计算各方案与正负理想方案间的距离 D_i^+ 和 D_i^- :

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\min_{1 \leq i \leq m} w_j \bar{s}_{ij} - w_j \bar{s}_{ij})^2}, D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\max_{1 \leq i \leq m} w_j \bar{s}_{ij} - w_j \bar{s}_{ij})^2}$$

(7) 求各个方案与正理想点之间的相对贴近度

$CC_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-}$ 。依据相对贴近度大小进行方案排序, 即 CC_i 越大方案越优。

3 实证研究

为了验证本文方法的应用价值, 选取六个典型的智慧城市 a_1, \dots, a_6 进行实证分析。 a_1, a_2 为两个直辖市, 智慧化基础设施建设已逐步完善, 网络覆盖率高, a_1 曾获“2016 中国领军智慧城市”和“2016 亚太区领军智慧城市”称号。 a_3, a_4 为两个二线城市, 是省会城市, 在

各自省内智慧化处于领先水平。 a_5, a_6 为两个三线城市, 智慧化水平在持续提升。风险评估能够很好分析出六个智慧城市功能风险差异, 便于智慧城市的完善与发展。

基于 6 个城市的相关调查、政府工作报告、自检报告等资料, 由主持过信息安全风险项目的领域专家及智慧城市从业者所组成的风险评估专家对 13 个风险评估指标进行风险评估, 得到 6 个智慧城市的直觉模糊数风险评估矩阵表, 进而运用记分函数转化成记分函数矩阵。如表 1、表 2 所示。

表 1 风险评估矩阵表 $[\tilde{x}_{ij}]_{6 \times 13}$

	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	c_9	c_{10}	c_{11}	c_{12}	c_{13}
a_1	(0.4 0.1)	(0.4 0.2)	(0.6 0.2)	(0.5 0.3)	(0.4 0.3)	(0.2 0.1)	(0.5 0.4)	(0.5 0.3)	(0.6 0.2)	(0.6 0.3)	(0.5 0.2)	(0.4 0.3)	(0.6 0.2)
a_2	(0.5 0.2)	(0.4 0.1)	(0.7 0.1)	(0.6 0.1)	(0.4 0.3)	(0.3 0.1)	(0.5 0.3)	(0.6 0.3)	(0.5 0.4)	(0.7 0.1)	(0.4 0.3)	(0.6 0.3)	(0.6 0.3)
a_3	(0.5 0.1)	(0.4 0.2)	(0.6 0.1)	(0.8 0.2)	(0.4 0.2)	(0.2 0.1)	(0.5 0.4)	(0.5 0.2)	(0.6 0.3)	(0.5 0.4)	(0.5 0.1)	(0.5 0.1)	(0.7 0.3)
a_4	(0.4 0.1)	(0.5 0.1)	(0.6 0.2)	(0.7 0.3)	(0.4 0.4)	(0.4 0.3)	(0.6 0.4)	(0.5 0.4)	(0.4 0.3)	(0.5 0.3)	(0.6 0.3)	(0.6 0.3)	(0.5 0.1)
a_5	(0.6 0.2)	(0.7 0.1)	(0.7 0.2)	(0.7 0.3)	(0.3 0.3)	(0.3 0.1)	(0.6 0.3)	(0.5 0.3)	(0.4 0.1)	(0.5 0.3)	(0.5 0.4)	(0.5 0.2)	(0.6 0.3)
a_6	(0.8 0.1)	(0.6 0.2)	(0.7 0.2)	(0.6 0.3)	(0.4 0.3)	(0.2 0.1)	(0.5 0.2)	(0.4 0.3)	(0.5 0.3)	(0.6 0.1)	(0.6 0.4)	(0.5 0.1)	(0.5 0.1)

表 2 记分函数矩阵表 $[s_{ij}]_{6 \times 13}$

	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	c_9	c_{10}	c_{11}	c_{12}	c_{13}
a_1	0.20	0.143	0.333	0.167	0.077	0.059	0.091	0.167	0.333	0.273	0.231	0.077	0.333
a_2	0.231	0.2	0.5	0.385	0.077	0.125	0.167	0.273	0.091	0.5	0.077	0.273	0.273
a_3	0.286	0.143	0.385	0.6	0.143	0.059	0.091	0.231	0.273	0.091	0.286	0.286	0.4
a_4	0.2	0.286	0.333	0.4	0.143	0.077	0.2	0.091	0.077	0.161	0.273	0.273	0.286
a_5	0.333	0.5	0.455	0.4	0.167	0.125	0.273	0.167	0.2	0.167	0.091	0.231	0.273
a_6	0.637	0.333	0.455	0.273	0.077	0.059	0.231	0.077	0.167	0.385	0.2	0.286	0.286

运用熵值法求解权重, 得到 13 个指标权重为 $\{0.1, 0.104, 0.012, 0.066, 0.055, 0.06, 0.078, 0.09, 0.12, 0.142, 0.1, 0.062, 0.01\}$ 。依据理想点法的正负理想点获取方法, 有:

$$R^+ = \{(0.02, 0.015, 0.004, 0.011, 0.004, 0.004, 0.007, 0.007, 0.009, 0.013, 0.008, 0.005, 0.003)\};$$

$$R^- = \{(0.064, 0.052, 0.006, 0.04, 0.009, 0.008, 0.021, 0.025, 0.04, 0.071, 0.029, 0.018, 0.004)\}。$$

计算各方案与正负理想方案间的距离, 并计算贴近度, 见表 3。

表 3 距离测度表

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
D^+	0.14205	0.14414	0.14321	0.12419	0.1037	0.13243
D^-	0.07582	0.06521	0.07935	0.078352	0.0643	0.04375
CC_i	0.348	0.31147	0.35655	0.38684	0.38272	0.24834

于是 6 个智慧城市建设安全风险评估排序为 $a_4 > a_5 > a_3 > a_1 > a_2 > a_6$ 。排序结果表明城市功能机制角度中城市 a_4 和 a_5 安全风险相对较高, 而城市 a_2 和 a_6 安全风险相对较低。针对城市功能机制方面安全风险较高的智慧城市 a_4 和 a_5 , 一方面是由于地域、

经济实力原因, 相比两个直辖市, 其在智慧化基础设施方面稍显不足, 城市的智慧设施在解决一些突发事件的时候表现不够完善。如预测预警制度的差距主要还是由于这两个城市在智慧化基础设施方面的达不到智慧化进程要求而造成的; 另一方面, 在实际调查报告中, 会发现在两智慧城市的运营中, 市民与城市在相互学习方面磨合不够良好, 常常发生公共安全事件现象。以及市民不重视智慧城市的建设情况, 频频出现破坏智慧城市功能建设的行为, 包括无力认为破坏行为与散播不符实的舆论行为, 其文化素养要求有待提高。

根据以上现象, 论文结合风险管理理论, 从风险转移、风险规避两个角度对两智慧城市的运营提出建议: 对 a_4 和 a_5 两个智慧城市在基础设施建设方面可加大投入, 主要从两个方面进行。一是加强省政府在智慧化转型方面的关注程度, 尤其是交通等城市公共安全方面的预测预警机制, 如加强破坏交通事物、无视交通制度市民的惩罚力度。提高对交通情况的监督力度, 督促市民去学习禁止有损智慧城市的危险行为, 以达到规避风险的效果; 二是需要促进市民与城市的磨合

度 进行市民素质文化的培养与城市智慧化建设同时进行。如在降低公共安全事故与网络舆情方面加强控制 尽量在一些论坛、微博等社交软件上将用户实名制 稍微限制用户的发言 尤其是敏感词汇 尽量转移这方面的风险。

4 结 语

论文分析了智慧城市的定义 基于风险管理的逻辑思路 从自我学习、优化运行、预测预警和安全防护四个方面深入分析了智慧城市的风险点 重点构建了 13 个功能风险评估指标。引用直觉模糊数来表示出风险概率 并结合相关综合评价技术 基于直觉模糊集理论对智慧城市的安全风险进行了综合评估 结合风险应对策略 提出了相应的对策建议。论文的研究成果对于现有的智慧城市建设及其运营有较强的指导意义。当然 智慧城市的建设是一个长期的过程 不同时期的风险特征不尽相同 今后仍需要加强不同阶段的风险特征分析 并提出相应的合理化建议。

参 考 文 献

[1] 赵焕东,张新民.智慧城市和光无线城市[J].通信技术,2012,45(1):90-92.
 [2] 曹树金,王志红,古婷.智慧城市环境下个人信息安全保护问题分析及立法建议[J].图书情报知识,2015,(3):35-45.
 [3] Elmaguraby A,Losavio M.Cyber security challenges in smart cities: safety, security and privacy [J].Journal of Advanced Re-

(上接第 162 页)

研究将分析知识扩散以外的其他因素对知识扩散和学科融合的影响 并探究知识扩散对学科融合的影响模式。

参 考 文 献

[1] Rogers E M D.Diffusion of Innovations 5th edition [J].Journal of Continuing Education in the Health Professions ,New York , NY ,2003 551.
 [2] Valente T W.Network models of the diffusion of innovations [M]. Computational and Mathematical Organization Theory , 1996 2(2):163-164.
 [3] Burt R S.Social contagion and innovation cohesion versus structural equivalence [J] . American Journal of Sociology ,1987 (92):1287-1355.
 [4] 岳洪江.管理科学知识扩散网络的结构研究[J].学科学术研究,2008(4):779-786.
 [5] 朱亚丽,徐青,吴旭辉.网络密度对企业间知识转移效果的影响——以转移双方企业转移意愿为中介变量的实证[J].科学学学术研究,2011(3):427-431.
 [6] 赵星,谭旻,余小萍,等.我国文科领域知识扩散之引文网

search,2014,5(4):491-497.

[4] 中国社科院信息化研究中心,国脉互联智慧城市研究中心.第六届(2016)中国智慧城市发展水平评估报告[EB/OL].http://finance.huanqiu.com/roll/2016-11/9750823.html,2016-11-30/2017-08-14.
 [5] 李阳,李纲.面向应急决策的智慧城市情报工程实践与应用[J].图书情报工作,2016,60(11):33-34.
 [6] 张立超,刘怡君,李娟娟.智慧城市视野下的城市风险识别研究——以智慧北京建设为例[J].中国科技论坛,2014,(11):46-51.
 [7] 都伊林,吴骁.智慧城市视角下完善反恐预警机制研究[J].情报杂志,2015,34(7):13-17.
 [8] Belanche-gracia D,Casalo-arino L V ,Perez-ruedaa. Determinants of multi-service smartcard success for smart cities development: a study based on citizens' privacy and security perceptions [J]. Government Information Quarterly , 2015 , 32(2):154-163.
 [9] 郑江波,张建华.智慧城市中信息安全架构研究与设计[J].信息安全,2016(1):88-93.
 [10] 满晓元.智慧城市信息安全风险及评估方法[J].电子世界,2013(23):77-78.
 [11] 邹凯,向尚,张中青,等.智慧城市信息安全风险评估模型构建与实证研究[J].图书情报工作,2016,60(7):19-24.
 [12] 郭骅,屈芳,战培志.智慧城市信息共享服务模式及其应用研究[J].情报杂志,2017,36(4):118-124.
 [13] 刘满凤,任海平.基于一类新的直觉模糊熵的多属性决策方法研究[J].系统工程理论与实践,2015,35(11):2909-2916.

(责编:王平军;校对:贺小利)

络探析[J].中国图书馆学报,2012(5):59-67.

[7] Nystroem A ,Hacklin F.Operation value creation through technological convergence the case of VoIP [J].International Telecommunication Society(ITS),16th European Regional Conference , 2015(9):4-6.
 [8] Porter A L ,Chubin D E.An indicator of cross-disciplinary research [J] .Scientometrics ,1985 8(3):161-176.
 [9] Small H.Maps of science as interdisciplinary discourse: co-citation contexts and the role of analogy [J].Scientometrics , 2010 , 83(3):835-849.
 [10] Hammarfelt B.Interdisciplinarity and the intellectual base of literature studies: Citation analysis of highly cited monographs [J]. Scientometnes 2011 86(3):705-725.
 [11] 杨良斌,金碧辉.跨学科测度指标体系的构建研究[J].情报杂志,2009,28(7):65-69
 [12] 于洋,张睿军,杨亚楠.以情报学为视角的学科交叉研究[J].情报杂志,2013,32(2):1-5
 [13] 许海云,刘春江,雷炳旭,等.学科交叉的测度,可视化研究及应用——一个情报学文献计量研究案例[J].图书情报工作,2014,58(12):95-101.

(责编:王菊;校对:白燕琼)